

ISSN : 2407-2036



PROSIDING SEMINAR NASIONAL MAPEKI XVII

'Optimalisasi Pemanfaatan Biomassa dari Hutan dan Perkebunan sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan'



MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA (MAPEKI)



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA



Didukung Oleh :

Diselenggarakan Oleh :

- Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia
- Program Studi Kehutanan,
Fakultas Pertanian,
Universitas Sumatera Utara



PROSIDING SEMINAR NASIONAL MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA (MAPEKI) XVII

Tim Editor :

Dr. Rudi Hartono, S.Hut, M.Si
Dr. Apri Heri Iswanto, S.Hut, M.Si
Dr. Kansih Sri Hartini, S.Hut, M.Si
Dr. Arida Susilowati, S.Hut, M.Si
Dr. Deni Elfiati, SP., MP
Dr. Muhdi, S.Hut, M.Si
Dr. Ma'rifatin Zahra, S.Hut, M.Si
Siti Latifah, S.Hut, M.Si, Ph.D
Ridwanti Batubata, S.Hut, MP.
Nelly Anna, S.Hut, Msi.
Tito Sucipto, S.Hut, MSi
Irawati Azhar, S.Hut, MSi

**MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA (MAPEKI)
2015**

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XVII

Dilaksanakan Oleh :

**Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian
Universitas Sumatera Utara**

Bekerjasama dengan:

**Dinas Kehutanan Sumatera Utara
Pemerintahan Kabupaten Samosir
Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli
PT. Toba Pulp Lestari
PT. Gunung Raya Utama Timber Industries (GRUTI)
PT. Sumber Karindo Sakti
PT. Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
PT. Perkebunan Sumatera Utara**

Tim Editor : Rudi Hartono, Apri Heri Iswanto, Kansih Sri Hartini, Arida
Susilowati, Deni Elfiati, Muhdi, Ma'rifatin Zahra, Siti Latifah,
Ridwanti Batubata, Nelly Anna, Tito Sucipto, Irawati Azhar

Sampul dan Tata Letak : Kansih Sri Hartini dan Rudi Hartono

Diterbitkan oleh :

Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia

Pusat Penelitian Biomaterial

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Jl. Raya Bogor KM.46 Cibinong Bogor 16911

Telp./Fak: 021-87914511 / 021-87914510

e-Mail : secretariat@mapeki.org

Website : <http://www.mapeki.org>

Cetakan Pertama: Maret, 2015

ISSN 2407-2036

KATA PENGANTAR

Pelaksanaan Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XVII dilaksanakan di Hotel Garuda Plaza, pada tanggal 11 November 2014. Tema yang dipilih pada seminar kali ini adalah “Optimalisasi Pemanfaatan Biomassa dari Hutan dan Perkebunan sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan”. Hal ini mengingatkan bahwa selain memiliki hutan, Provinsi Sumatera Utara juga memiliki perkebunan yang luas, baik itu perkebunan kelapa sawit, maupun perkebunan karet. Dalam upaya pemanfaatan biomassa dari hutan dan perkebunan diperlukan banyak penelitian sampai menghasilkan suatu produk bernilai tinggi. Teknologi yang dibutuhkan bisa dalam tingkat rendah (sederhana) sampai ke tingkat rumit (*nano-science*) tetapi harus digabungkan dalam suatu proses yang terintegrasi dan dapat diterapkan terutama oleh industri kecil dan menengah. Diharapkan pemanfaatan biomassa dari hutan dan perkebunan secara terintegrasi akan mampu mengurangi tekanan terhadap hutan alam. Jika tekanan terhadap hutan alam berkurang dan kelestariannya dapat dijaga, berarti pemanfaatan biomassa tersebut merupakan salah satu usaha dalam perlindungan terhadap lingkungan hidup (*environment conservation*).

Dalam seminar tersebut jumlah makalah yang dipresentasikan adalah 110 buah makalah yang terdiri dari 7 bidang penelitian dan 1 bidang poster. Adapun bidang penelitian yaitu sifat dasar dan hasil hutan bukan kayu, biokomposit, Keteknikan dan pengerjaan kayu, kimia hasil hutan dan bioenergi, Biodegradasi dan perbaikan sifat kayu, silvikultur dan bioteknologi kehutanan, serta kehutanan umum. Makalah yang diprosidingkan sejumlah 63 buah. Naskah-naskah tersebut berasal dari Instansi dari seluruh Indonesia.

Kami mewakili penyelenggara mengucapkan terima kasih kepada Civitas Akademika Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian USU, Pemda Samosir, Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli, Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Utara, PT. Toba Pulp Lestari, PT. Perkebunan Nusantara IV (Persero), Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), PT. Perkebunan Sumatera Utara, PT. Gunung Raya Utama Timber Industries (GRUTI) dan PT. Sumber Karindo Sakti (SKS). Kami juga mengucapkan terima kasih kepada pembicara utama, pembicara undangan, peserta, pemakalah dan moderator yang aktif selama seminar ini berlangsung. Semoga Seminar Nasional MAPEKI XVII ini dapat memberikan sumbangan bagi penguatan pendidikan dan penelitian teknologi hasil hutan di Indonesia.

Medan, Maret 2015

Tim Editor

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
 KEYNOTE LECTURE	
POTENSI & PELUANG BIOMASSA SAWIT UNTUK Mendukung Industri PerKayuan Dr. rer. silv. Erwinsyah, S.Hut, MSc. For	1-17
 INVITED PAPER	
FOSIL KAYU TERMINALIOXYLON (COMBRETACEAE) DARI ENDAPAN PLIOSEN DI CIANJUR, JAWA BARAT – INDONESIA Andianto, Hanny Oktariani and Yance I. Mandang	18-27
PENGUNAAN BAMBU SEBAGAI BAHAN TULANGAN PADA BAK PENAMPUNG AIR (RESERVOIR) Lasino	28-39
JENIS KOMODITI DAN ANALISIS NILAI EKONOMI PRODUK AGROFORESTRI DI DESA SOSOR DOLOK, KECAMATAN HARIAN KABUPATEN SAMOSIR Siti Latifah, Maryani Cyccu Tobing , Tri Martial, Irvan Efendi Naibaho	40-45
 ORAL PRESENTATION	
A. Sifat Dasar dan Hasil Hutan Bukan Kayu	
MORFOLOGI SERAT DAN SIFAT FISIS-KIMIA KAYU SESENDOK SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU PULP Dodi Frianto dan Ahmad Rojedin	47-52
PENGARUH JARAK TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN POHON DAN BEBERAPA SIFAT FISIS-MEKANIS KAYU JATI CEPAT TUMBUH Imam Wahyudi, Dicky Kristia Dinata Sinaga, Muhran, Lidia Binti Jasni	53-61
STUDI MUTU KAYU LOKAL PULAU LOMBOK BERBASIS STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI 2002) Buan Anshari, Aryani Rofaida, I Wayan Sugiarta, Pathurahman	62-67
PEMANFAATAN JATI-JPP SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI Novinci Muharyani, Dian Rodiana, Corryanti	68-70
 B. Biokomposit	
KARAKTERISTIK PAPAN SEMEN DARI BAHAN BAKU LOKAL (HUTAN RAKYAT SULAWESI SELATAN) Nurul Aini S, Anita F dan Suhasman	71-77
PENGARUH PROSES PULP SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT SEMEN – PULP SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (<i>Elaeis guineensis</i>) Ismail Budiman dan Sasa Sofyan Munawar	78-83

KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLI (ASAM LAKTAT) DENGAN PULP TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT YANG TERMODIFIKASI Kurnia Wiji Prasetyo, Wida Banar Kusumaningrum dan Lisman Suryanegara	84-89
SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN PARTIKEL MENGGUNAKAN RESIN MELAMIN UREA FORMALDEHID Andriati Amir Husin dan Fanji Sanjaya	90-95
KARAKTERISTIK PAPAN LAMINASI BATANG KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI PELAPIS LUAR DAN BERAT LABUR PEREKAT Tito Sucipto, Rudi Hartono, Wahyu Dwianto, Teguh Darmawan	96-104
PULP PELEPAH SAWIT TER-ASETILASI DALAM KOMPOSIT HIBRID POLIPROPILENA DAN POLI ASAM LAKTAT Firda Aulya Syamani, Subyakto, Sukardi, Ani Suryani	105-112
PENGARUH SUBSTITUSI ARANG TEMPURUNG KELAPA, SERAT SABUT KELAPA DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK KOMPOSIT UNTUK PENGGUNAAN BLOK REM KERETA API Ismadi, Ismail Budiman, Subyakto, Sasa Sofyan Munawar, Wida Banar Kusumaningrum, Hilman Saeful Alam, Agus Edy Pramono, Jayadi	113-118

C. Keteknikan dan Pengerjaan Kayu

PENGARUH KOMPONEN KIMIA DAN IKATAN PEMBULUH TERHADAP KEKUATAN TARIK BAMBU Effendi Tri Bahtiar, Naresworo Nugroho, Surjono Surjokusumo, Lina Karlinasari, Deded Sarip Nawawi, Dwi Premadha Lestari	119-130
KAPASITAS LENTUR BALOK <i>LAMINATED VENEER LUMBER</i> (LVL) KAYU SENGON PADA VARIASI PENAMPANG Achmad Basuki, Sholihin As'ad, Rismaya Nurrahma Putri, dan Hermawan K. P	131-137
REKAYASA ALAT PELENGKUNG KAYU LAMINASI SISTEM PRESS DINGIN Abdurachman, Nurwati Hadjib dan Efrida Basri	138-145
SIFAT FISIS DAN APLIKASI <i>FIBERBRICK</i> TANDAN KOSONG SAWIT Erwinsyah, Ori Ariyandi, Atika Afriani dan Luthfi Hakim	146-152

D. Kimia Hasil Hutan dan Bioenergi

IDENTIFIKASI SENYAWA AKTIF <i>TAXUS SUMATRANA</i> DENGAN KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS Gunawan Pasaribu dan Adi Susilo	153-157
PENGARUH KONSENTRASI NaOH TERHADAP RENDEMEN, BRIGHTNESS, OPASITAS DAN SIFAT FISIK PULP SEMIMEKANIS KAYU TERENTANG (<i>Camnosperma auriculatum</i>) Yeni Aprianis, Fitri Windra Sari dan Minal Aminin	158-163
SKRINING FITOKIMIA EKSTRAK DAUN GAHARU (<i>Aquilaria malaccensis</i> Lamk.) DAN UJI POTENSINYA SEBAGAI TEH ANTIOKSIDAN Surjanto, Ridwanti Batubara, Herawaty Ginting, Samuel Fransiskus Silaban	164-172
KARBON AKTIF AMPAS SINGKONG DARI PROSES KARBONISASI HIDROTERMAL Saptadi Darmawan, Gustan Pari, Ika Resmeiliana, Tanti Fuji Astuti	173-179
PEMBUATAN BIODIESEL DARI BIJI MALAPARI (<i>Pongamia pinnata</i>) (<i>MAKING OF BIODIESEL FROM Pongimia pinnata</i> SEED) Djeni Hendra dan Sri Komarayati	180-188

E. Biodegradasi dan Perbaikan Sifat Kayu

KETAHANAN MERANTI MERAH <i>Shorea leprosula</i> Miq. HUTAN ALAM DAN HUTAN TANAMAN TERHADAP SERANGAN JAMUR PELAPUK KAYU Yulianti Indrayani, Gusti Hardiansyah, Khaeriah, Gustan Pari	189-195
PELAPUKAN DOLOK KAYU DAN EFISIENSI KONVERSI BIOLOGI LIMBAH PENGOLAHAN KAYU OLEH JAMUR PELAPUK (<i>Pleurotus cystidiosus</i>) Sihati Suprpti dan Djarwanto	196-200
PELAPUKAN LIMA JENIS KAYU OLEH BEBERAPA JAMUR PERUSAK Djarwanto, Sihati Suprpti dan Hudiansyah	201-205
EFEK IMPREGNASI TEMBAGA SULFAT PADA KAYU ANGGRUNG (<i>Trema orientalis</i>) TERHADAP SIFAT KEKUATANNYA Taman Alex	206-208
PENGARUH PEMAPARAN TERHADAP SIFAT DASAR KAYU JABON (<i>Anthocephalus cadamba</i> (Rocb.) Miq.) Arinana, Istie Sekartining Rahayu, Noor Farikhah Haneda, Dicky Sihar F. Simamora	209-214

F. Silvikultur dan Bioteknologi Kehutanan

RESPON PERTUMBUHAN SEMAI KAPUR (<i>Dryobalanops aromatica</i>) PADA MEDIA TANAM YANG BERBEDA Marjenah	215-222
EVALUASI PERTUMBUHAN EBONI (<i>Diospyros rumphii</i> Bakh.) UMUR 2 TAHUN DI ARBORETUM BALAI PENELITIAN KEHUTANAN MANADO Julianus Kinho, Jafred Halawane dan Yermias Kafiar	223-229
PERTUMBUHAN AWAL DUA PROVENANS <i>Taxus Sumatrana</i> DI KEBUN PERCOBAAN SIPIISO-PISO Ahmad Dany Sunandar dan Muhammad Hadi Saputra	230-236
KOMPOSISI MEDIA STEK PADA SINGKAI (<i>Peronema canescens</i> Jack.) DI PERSEMAIAN Sahwalita dan Imam Muslimin	237-242
PEMANFAATAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DALAM MENINGKATKAN PERTUMBUHAN JABON PUTIH (<i>Anthocephalus cadamba</i>) PADA TANAH GAMBUT Burhanuddin dan H.A. Oramahi	243-248
DAMPAK DEGRADASI HUTAN TERHADAP BIOMASA DAN KERAGAMAN JENIS POHON DI HUTAN RAWA GAMBUT Dwi Astiani, Mujiman, Andjar Rafiastanto, Edy Nurdiansyah, Muhammad Hatta, Darkono	249-256
PERTUMBUHAN TANAMAN GAHARU DI AREAL PERKEBUNAN KELAPA SAWIT Agus Wahyudi	257-263
PENGARUH PEMBUKAAN TAMBAK PADA HUTAN MANGROVE TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH Adi Kunarso, Tubagus Angga A. Syabana dan Bastoni	264-269
LAJU INFILTRASI PADA BERBAGAI TEGAKAN DI KHDTK KEMAMPO SUMATERA SELATAN Tubagus Angga A. Syabana dan Adi Kunarso	270-274

DINAMIKA BUDIDAYA TANAMAN OLEH MASYARAKAT PADA LAHAN KAWASAN HUTAN LINDUNGDI WILAYAH PROVINSI BENGKULU DALAM Mendukung PEMBANGUNAN HUTAN KEMASYARAKATAN BERBASIS AGROFORESTRI KARET Siswahyono, Prasetyo, E. Apriyanto, A. Susatya	275-281

G. Kehutanan umum

POTENSI AGROFORESTRI SORGUM DAN AREN SEBAGAI UPAYA OPTIMALISASI SUMBERDAYA LAHAN Enggar Apriyanto ¹ , Puji Harsono ² dan Satria Putra Utama	282-285
ADAPTASI MASYARAKAT DALAM PEMANFAATAN SUMBERDAYA ALAM BEKAS PENAMBANGAN EMAS TANPA IJIN DI KABUPATEN LANDAK Emi Roslinda dan Wiwik Ekyastuti	286-288
KAJIAN HAK ADAT MASYARAKAT DAYAK TERHADAP PENGELOAAN HUTAN DI KABUPATEN KAPUAS PROVINSI KALIMATANAN TENGAH Herwin Joni, Renhart Jemi, Johansyah, Hendra Toni, Yusuf Aguswan, Antonius Triyadi	289-294
PENGEMBANGAN TANAMAN PENGHASIL KAYU BAMBANG LANANG (<i>Michelia champaca</i>): BAGIAN DARI STRATEGI PENGHIDUPAN MASYARAKAT DI PEDESAAN SUMATERA SELATAN Bondan Winarno, Sri Lestari, Edwin Martin dan Ari Nurlia	295-302
EVALUASI KESESUAIAN LAHAN ALPUKAT BERDASARKAN SISTEM LAHAN PENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS Rahmawaty, Meilan AH, Riswan dan Abdul Rauf	303-308
PENAKSIRAN BESARNYA STOK KARBON DAN PENURUNAN EMISI MELALUI PENERAPAN METODE REDUCED IMPACT LOGGING CARBON (RIL-C) Rita Diana	309-318
KADAR KARBON DAN MASSA KARBON KELAPA SAWIT DI LANGKAT, SUMATERA UTARA Muhdi, Iwan Risnasari, Eva Sartini Bayu, Diana Sofia Hanafiah, Andreas Hutasoit, Guswinda N Sitanggang, Dedy S Silaban	319-322
KANDUNGAN LOGAM BERAT (Pb, Zn) PADA AIR DAN IKAN NILA DI KOLAM BEKAS TAMBANG BATUBARA DESA PURWAJAYA KABUPATEN TENGGERONG KALIMANTAN TIMUR Budi Winarni, Nur Hidayat, Sri Ngapiyatun	323-326
DINAMIKA POTENSI EROSI TANAH PADA LAHAN REVEGETASI PASCA TAMBANG BATUBARA PT BERAU COAL (2010 - 2013) Triyono Sudarmadji	327-336

POSTER

ANDALAS (<i>Morus macroura</i> Miq) ; PROFIL DAN PROSPEK SEBAGAI TUMBUHAN OBAT DAN KOSMETIKA ASAL HUTAN*) Gusmailina	338-344
KUALITAS DAN PEMANFAATAN ARANG EMPAT JENIS BAMBU Sri Komarayati dan Djeni Hendra	345-348
VARIASI PERTUMBUHAN <i>Diospyros malabarica</i> (Desr.) Kostl UMUR 22 BULAN DI ARBORETUM BALAI PENELITIAN KEHUTANAN MANADO Julianus Kinho	349-356

POTENSI SENYAWA AKTIF TUMBUHAN MALUA (<i>Brucea javanica</i> (L.) Mess) SEBAGAI SUMBER BIOFARMAKA DAN BIOPESTISIDA ASAL HUTAN Zulnely, Gusmailina dan Evi Kusmiyati	357-362
MINYAK ATSIRI DAUN KAYU MANIS (<i>Cinnamomum burmannii</i> Blume) SERTA EKSPLOKASI POTENSI PEMANFAATANNYA Gusmailina, Zulnely, Evi Kusmiati dan Umi Kulsum	363-367
KAJIAN ASPEK BIOFARMAKA EKSTRAK DAN MINYAK ATSIRI DAUN <i>Psidium guajava</i> Gusmailina, Sri Komarayati dan Umi Kulsum	368-373
KARAKTERISTIK KAYU KEMENYAN DURAME Gunawan Pasaribu	374-380
KOMPOSISI SENYAWA FENOLIK, FITOKIMIA DAN AKTIFITAS ANTIOKSIDAN KAYU BIDARA LAUT (<i>Strychnos ligustrina</i> Blume) Totok K Waluyo	381-387
ANALISIS KOMPONEN KIMIA SUKUN (<i>Artocarpus communis</i>) DAN POTENSI PEMANFAATANNYA R. Esa Pangersa G, Zulnely dan Gunawan Pasaribu	388-393
AKTIVITAS CUKA KAYU PADA PERLAKUAN TANAH (<i>SOIL TREATMENT</i>) Arief Heru Prianto, Didi Tarmadi, dan Sulaeman Yusu	394-397
TREND PRODUKSI KAYU GERGAJIAN DAN IMPLIKASINYA TERHADAP KEBIJAKAN KEHUTANAN DI INDONESIA Achmad Supriadi	398-401
PELET KAYU : PROSES PRODUKSI, STANDAR MUTU DAN PELUANG PASARNYA Achmad Supriadi	402-406
SIFAT PAPAN SAMBUNG KAYU TELISAI (<i>Planchonia grandis</i> Ridl.) Achmad Supriadi	407-411
PENGARUH PAPAN PARTIKEL DARI LIMBAH PABRIK KERTAS M.I. Iskandar	412-418
SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN PARTIKEL KAYU KARET M.I. Iskandar	419-425
SIFAT PEMESINAN KAYU RANDU M.I. Iskandar	426-429
KARAKTERISTIK POT ORGANIK BERBAHAN DASAR LIMBAH PERKEBUNAN KELAPA SAWIT Eko Sutrisno & Agus Wahyudi	430-435
LAMPIRAN	
Susunan Panitia	437
Susunan Acara	438
Daftar Nama Peserta	439-442

KEYNOTE LECTURE

**Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia
Hotel Garuda, 11 November 2014**

**Potensi & Peluang Biomasa Sawit
Untuk Mendukung Industri Perkayuan**

Erwinsyah

Rekayasa Teknologi & Pengelolaan Lingkungan



Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS)
Jl. Brigjen Katamso 51 Medan 20158 North Sumatra - Indonesia
Tel. +62 61 7862477, Fax. +62 61 7862488
Email. admin@iopri.org, Website. www.iopri.org



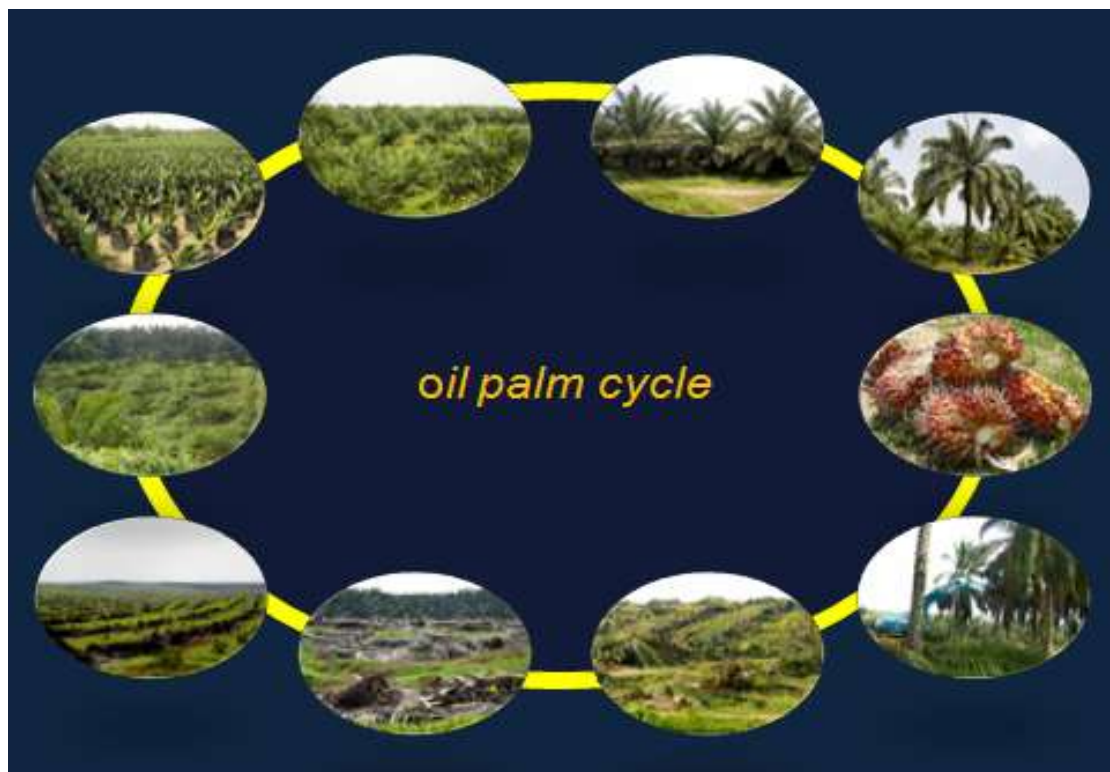
Isi Presentasi

- Sekilas tentang PPKS
- Daur Hidup Sawit
- Industri Kelapa Sawit Indonesia
 - Global
 - Nasional
- Biomasa Sawit
 - Potensi Biomasa Sawit
 - Produk Biomasa Sawit
- Pemanfaatan Biomasa Sawit untuk Industri Perkayuan

Sekilas PPKS

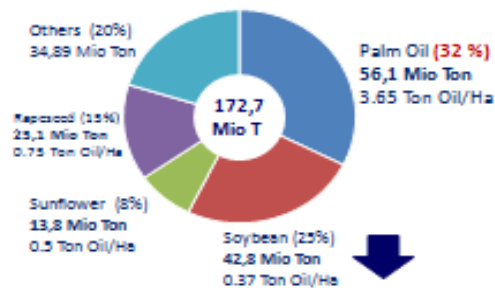


- Didirikan pada 1916 dengan nama AVROS
- Institusi Riset milik Pemerintah dan Mandiri secara Finansial
- Riset → Hulu – Hilir Industri Sawit termasuk lingkungan
- Riset & Pelayanan : bahan tanaman, pelatihan, test laboratorium, konsultasi
- Tahun 2011 – PPKS menjadi Pusat Unggulan IPTEK pertama di Indonesia

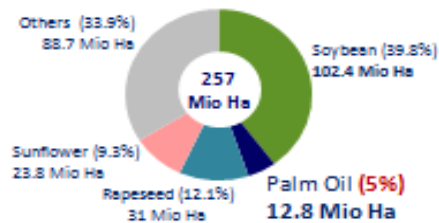


GLOBAL VEGETABLE OIL SITUATION

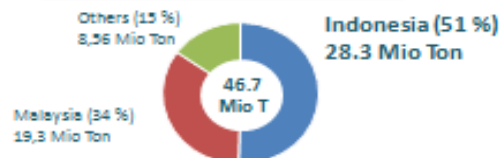
World Vegetable Oil Production 2013



Oil Crops Plantation Area



Crude Palm Oil



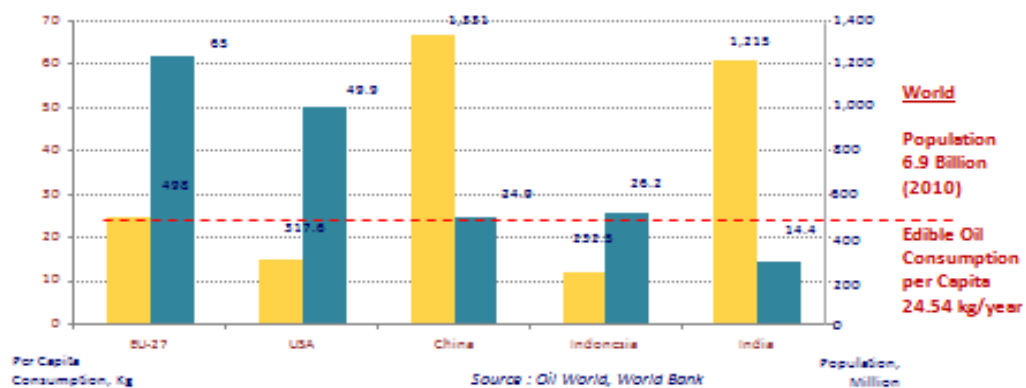
Contribution of Indonesian Palm Oil for Supplying vegetable oil & fat steadily increasing since 1990s; now, Indonesia should consider as major contributor for promoting food security in certain countries (India, China, Pakistan, etc)

Source : Oil World Database December 2013 and Ditjenbun, 2013

World Consumption for Oil & Fats per Capita

Population and Per Capita Consumption

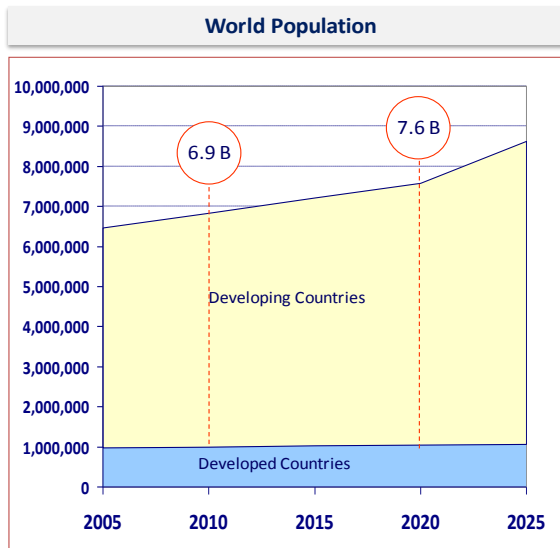
Note: Yellow bar for population;
Blue bar for veg oil/fat consumption



A growing population, increasing rate of consumption and rising per capita income are accelerating the demand for edible oil in China, India and Indonesia.

These 3 countries continue to be the dominant influence concerning the demand for palm oil and affect the overall worldwide demand for vegetable oil.

Forecast World Vegetable Oil Supply-Demand, 2010-2020



Source : Oil World & LMC

2010

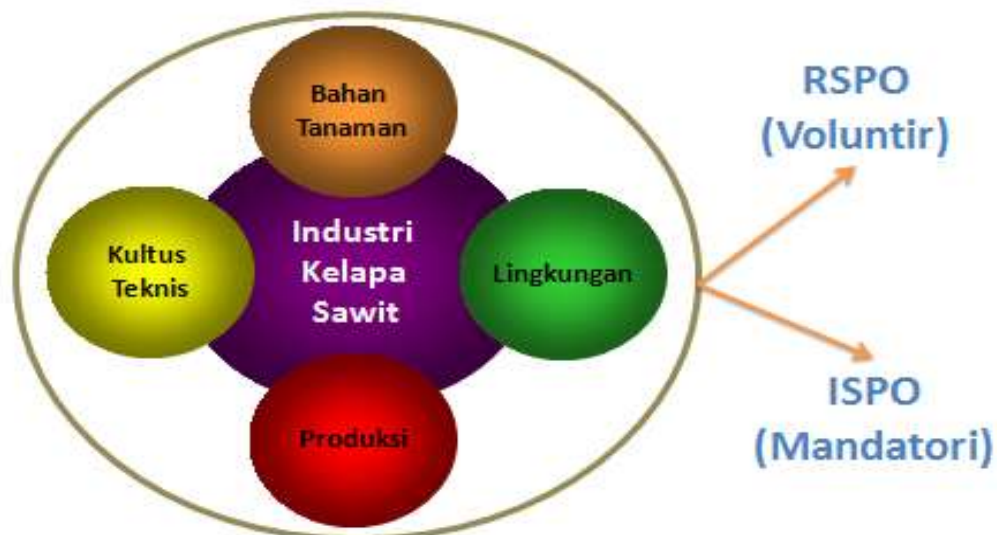
- World Population 6.92 Billion (2010), 9.5 B (2050)
- Production of Major Vegetable Oil* 119.64 Mio Ton
- Consumption of Major Vegetable Oil* 120.23 Mio Ton

2020

- World Population 7.6 Billion
- Production of Major Vegetable Oil* 196.8 Mio Ton
- Consumption of Major Vegetable Oil* 196.6 Mio Ton

* (Palm Oil, Soybean, Rapeseed & Sunflower)

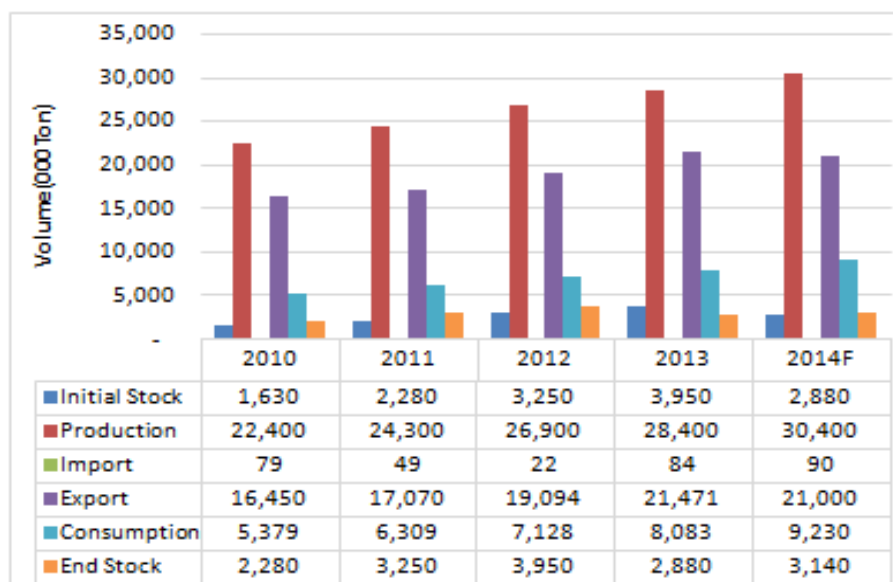
Kelapa Sawit – Konsep Kelestarian



Kelapa Sawit - Kebun



Kelapa Sawit – Kondisi Terkini



Kelapa Sawit vs Tan. Penghasil Minyak Nabati



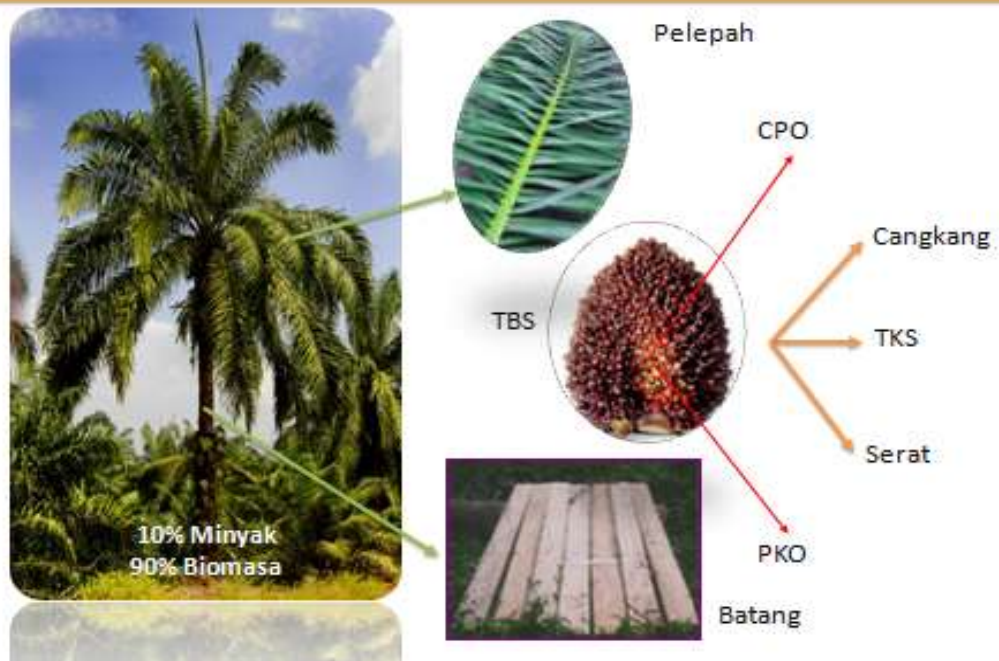
Oil Crops	Production (mio tons)	% Total Production	Oil Yield (t/ha/y)	Total area (mio ha)	% Area
Oil Palm	51.59	29	4.14	13.46	5.3
Rapeseed	24.13	13	0.72	33.01	13.0
Sun Flower	11.09	7.40	0.55	23.86	9.4
Soybean	41.55	22.90	0.40	103.84	40.9

Oil World, 2012

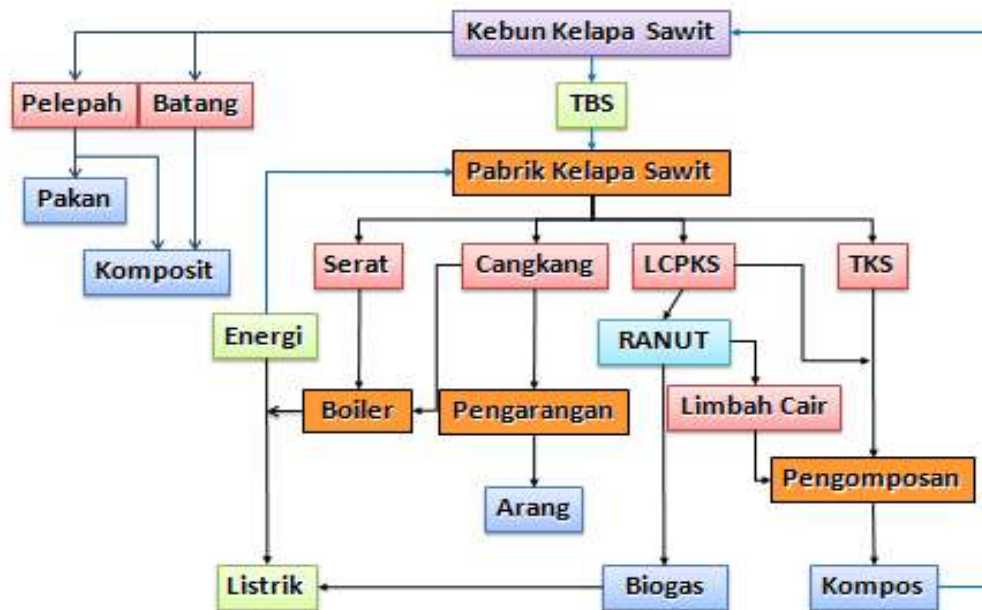


The Most Efficient Oil Crop

Biomasa Sawit



Konsep 'Zero Waste'

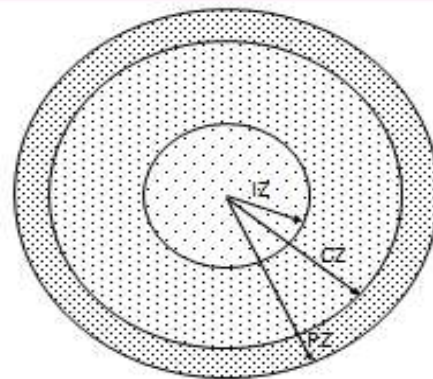


Biomasa Sawit - Batang Kelapa Sawit (BKS)



- Biomasa terbesar & tersedia sepanjang tahun tapi belum dimanfaatkan
- Jumlah pohon → 130 phn per ha (setelah 25-30 thn)
- Volume batang → 1.6 m³ per phn
- KA → > 300% (segar)
- Densitas → 0,35 ton/m³
- Bobot: 2-2.7 ton per phn
- Mulai 2010 → 100,000 ha harus diremajakan.

Struktur Batang Sawit

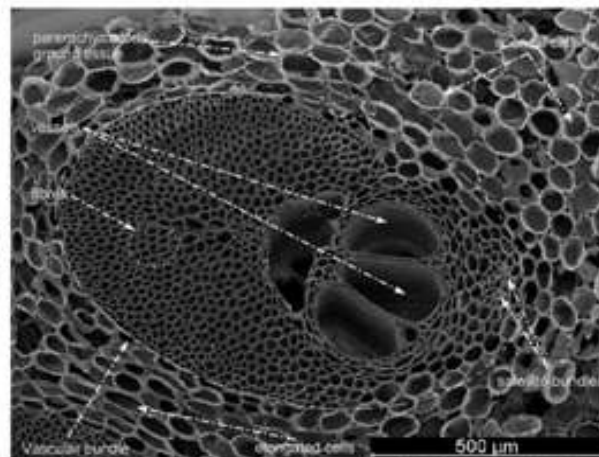
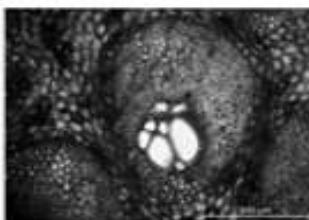
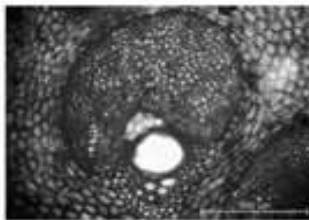


- Inner zone (IZ)
- Central zone (CZ)
- Peripheral zone (PZ)

Struktur Batang Sawit



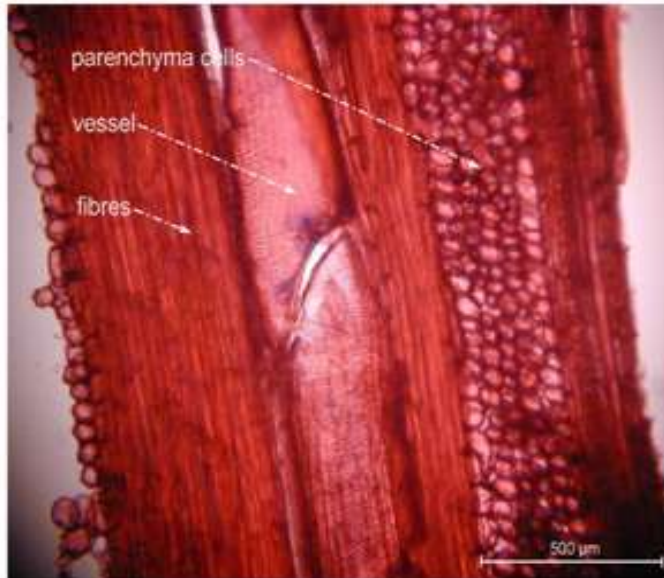
Vascular bundle structure (cross section)



Struktur Batang Sawit



Vascular bundle structure (longitudinal direction)



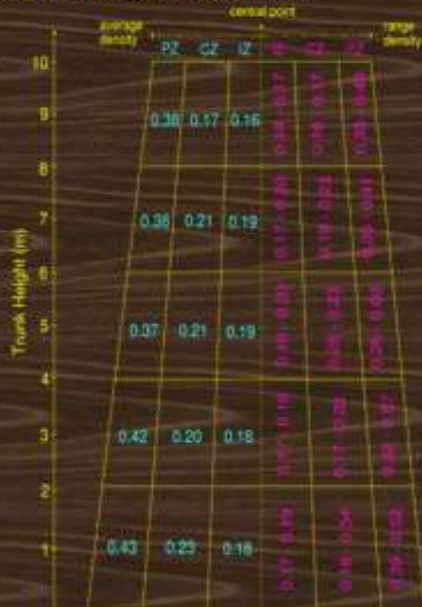
Vessel



Batang Kelapa Sawit (BKS)



3 Distribusi Densitas

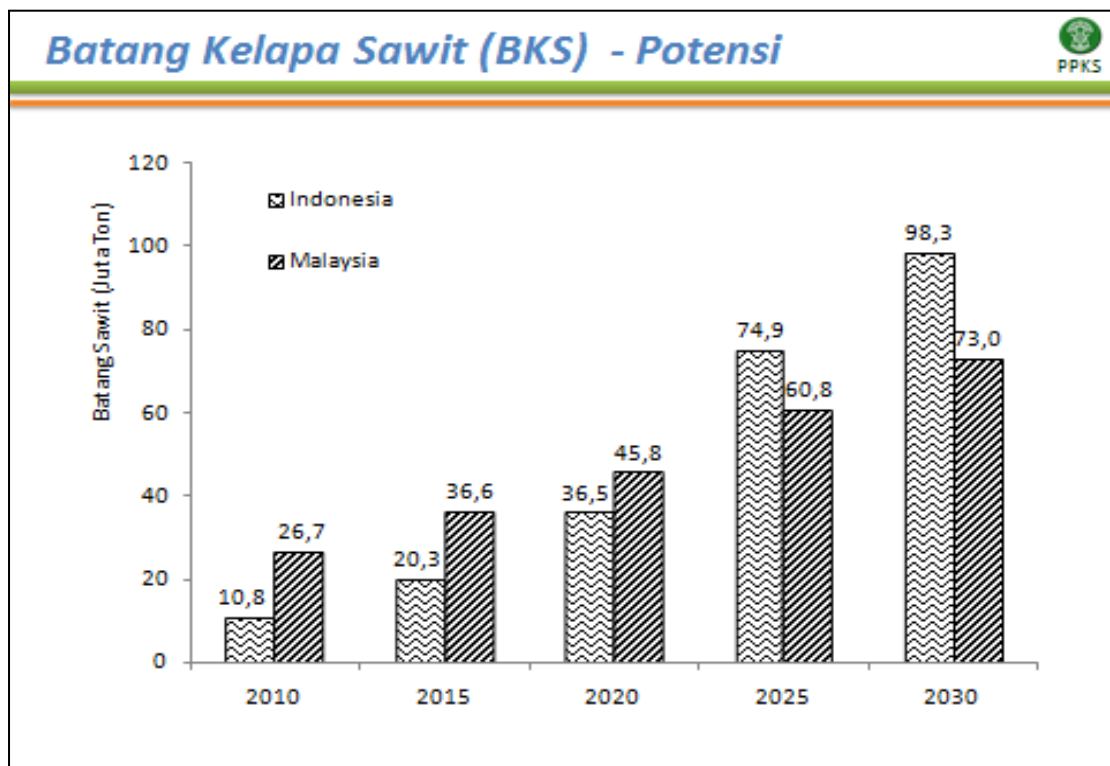
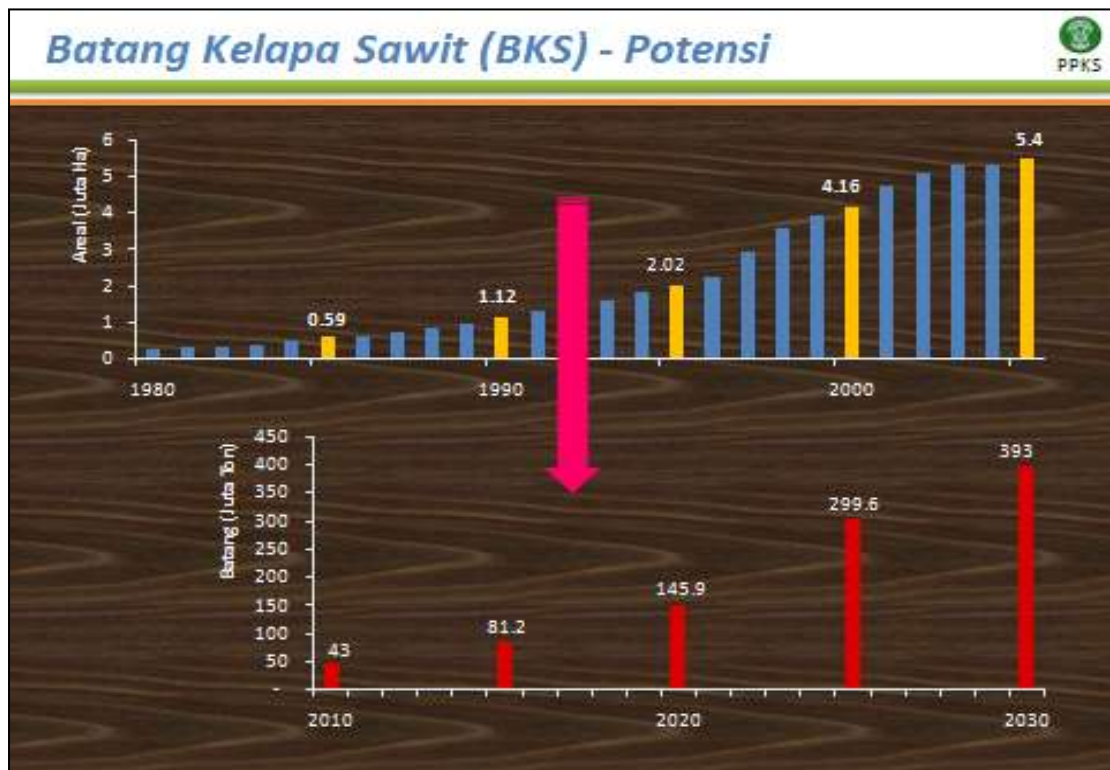


Mechanical Properties

(kg/cm²)

Oil Palm Wood

	IZ	CZ	PZ
MOE	10650	26297	55913
MOR	84	189	417
Shear Parallel	14	14	25
Hardness	81	110	220
Compression Parallel	-	-	197
Tension Parallel	-	-	284
Tension Perpendicular	-	-	4
Cleavage	-	-	2
Nail Withdrawal (kg)	-	-	34



Biomasa Sawit – Pelepah Kelapa Sawit (PLS)



- Dari proses pemangkasan saat panen
- Umumnya diatur diantara gawangan sebagai mulsa
- $\pm 50\%$ didekomposisi di kebun untuk sumber bahan organik
- Untuk pakan ternak $\rightarrow$ hanya 20% dari pelepah yang tersisa.
- Potensi $\rightarrow 43$ ton/ha/thn



Biomasa Sawit – Tandan Kosong Sawit (TKS)

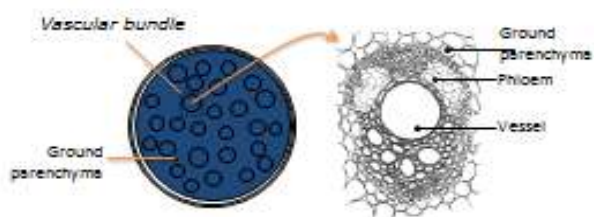
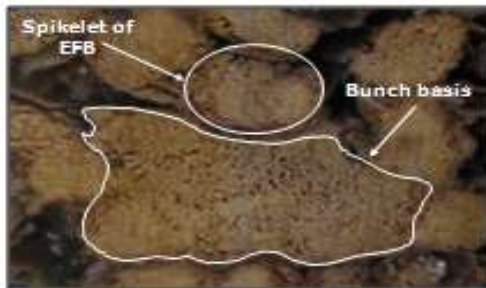


- **TKS $\rightarrow$ 20-22% TBS olah**
- **Penggunaan saat ini $\rightarrow$**
 - Kompos TKS; 160 unit in 2013
 - Mulsa dan lainnya (10%)
- **Potensi Energi Listrik: 2.18 GWh**
(h: 18.800 MJ/ton; MC 67%;
eff. 32%)

Karakteristik TKS



Transverse Section of EFB



Radial Section of EFB



Biomasa Sawit – Cangkang Kelapa Sawit (CKS)



- **CKS** → 5-7% dari TBS olah
- **Penggunaan saat ini:** $\pm$ 40% bahan bakar boiler pabrik, material jalan, dll
- **Electricity Potential: 1.2 GWh**
(h: 20,800 MJ/ton; MC 12%; eff. 32%)

Biomasa Sawit – Serat Buah (mesokarp)



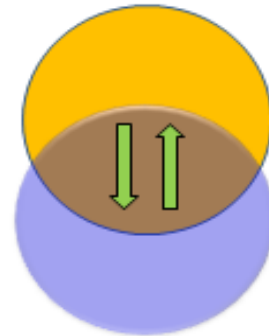
- **Serat:** 13-18% TBS olah;.
- **Penggunaan : 100% untuk umpan boiler**
(Kontribusi → 2 GWh listrik untuk pabrik)
(h: 19100 MJ/ton; MC 12%;
eff. 0.32)

Industri PerKayuan



Major Wood Products

- Pulp & paper
- Plywood
- Particleboard
- MDF
- Blockboard
- Laminated Board
- Laminated Veneer Lumber
- etc.



World Wood Based Products Consumption

- Wood panels → > 285 millions m³
- Plywood → > 79 million m³
- Particleboard → > 100 million m³

Stok Biomasa (2013)



Biomasa	Jumlah (juta ton)	Penggunaan Saat Ini	Stok Biomasa (juta ton)
Batang dari peremajaan	15,5	Terbatas	13,95
Pelepah dari pemangkasan	107,4	Mulsa, pakan ternak, dll	32,22
TKS	27,2	Kompos (160 unit), mulsa, bahan bakar	14,98
Cangkang	8,6	Bahan bakar boiler (up to 40%)	5,16
Serat	16,1	Bahan bakar boiler (100%)	-
Abu	3,7	Sumber hara bagi tanaman	-
			66,31

(dalam juta ton)

Proyeksi Stok Biomasa Sawit



Biomasa	Penggunaan Saat Ini	2013	2014	2015
Batang dari peremajaan	Terbatas	13,95	15,75	18,27
Pelepah dari pemangkasan	Mulsa, pakan ternak, dll	32,22	33	34,5
TKS	Kompos, mulsa, bahan bakar	14,98	15,7	17,3
Cangkang	Bahan bakar boiler (up to 40%)	5,16	5,5	5,9
Serat	Bahan bakar boiler (100%)	-	-	-
Abu	Sumber hara bagi tanaman	-	-	-
		66,31	69,9	76,01

(dalam juta ton)

Peran R&D – Produk berbasis biomasa sawit



Pemanfaatan Biomasa Sawit



Hal-hal yang perlu
dipertimbangkan:



Kesimpulan



- ✿ Jenis biomasa sawit yang memiliki peluang untuk mendukung industri perkayuan yaitu batang, pelepah, cangkang dan tandan kosong sawit.
- ✿ Biomasa sawit memiliki potensi sebesar lebih dari 76 juta ton pada 2015 dan terus meningkat seiring dengan peningkatan produksi industri kelapa sawit.
- ✿ Diversifikasi produk berbasis limbah sawit perlu terus dikembangkan sesuai kebutuhan pasar melalui peran R&D dan penerapan teknologi yang tepat.
- ✿ Pemanfaatan biomasa sawit perlu mempertimbangkan: ketersediaan, aksesibilitas, skala industri, teknologi, jenis produk dan kebutuhan pasar.



Terima Kasih
atas perhatian Anda



Dr. rer. silv. Erwinsyah, S.Hut., MSc. forest trop.
Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS)
Rekayasa Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan (RTPL)
Jl. Brigjen Katamsa 51 Medan 20158
erwinsyahmail@yahoo.com

INVITED PAPER

FOSIL KAYU *TERMINALIOXYLON* (COMBRETACEAE) DARI ENDAPAN PLIOSEN DI CIANJUR, JAWA BARAT – INDONESIA

Andianto^{1*}, Hanny Oktariani² and Yance I. Mandang³

¹Peneliti Muda pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.

²Staf pada Museum Geologi Bandung

³Mantan Peneliti Utama pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.

*Email: andiant068@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sejumlah fosil kayu yang berasal dari wilayah tertentu di Indonesia sudah berhasil dikoleksi oleh Museum Geologi Bandung. Sebagian besar identitas botanis koleksi fosil kayu tersebut sudah ditetapkan berdasarkan ciri-ciri makroskopis, namun belum diuraikan secara rinci. Irisan bagian lintang, radial dan tangensial salah satu koleksi fosil kayu diamati ciri-ciri anatominya dengan menggunakan mikroskop *Carl Zeiss-Axio Imager A1m*. Deskripsi ciri anatomi mengacu kepada daftar ciri mikroskopis untuk identifikasi kayu daun lebar IAWA. Perkiraan umur fosil kayu diperoleh melalui data peta geologi yang dikeluarkan oleh Puslitbang Geologi. Ciri diagnostik fosil kayu yang berhasil teridentifikasi diantaranya berupa sel pembuluh baur, soliter dan gandaan radial, diameter pembuluh agak besar, rata-rata 289 mikron, jarang, rata-rata 2/mm²; ceruk antar pembuluh berumbai; kristal prismatic terdapat dalam sel jari-jari; parenkim vaskisentrik (selubung) dan aliform (sayap); sel jari-jari 1 seri; saluran interseluler dalam deret tangensial pendek. Ciri-ciri demikian menunjukkan adanya persamaan dengan ciri fosil sejenis maupun dengan ciri kayu *Terminalia* (Ketapang) dari suku Combretaceae masa kini. Berdasarkan pengamatan ini maka identitas fosil kayu ditetapkan sebagai *Terminalioxylon* sp. (Combretaceae) yang berasal dari endapan Pliosen.

Kata kunci: Fosil kayu, *Terminalioxylon*, Ketapang, Pliosen, Jawa Barat, Indonesia

PENDAHULUAN

Selain dikenal dengan negara yang memiliki keaneka-ragaman jenis pohon, Indonesia juga memiliki keragaman jenis fosil kayu yang terpendam. Meskipun baru sedikit yang terungkap, dengan ditemukannya beberapa jenis fosil kayu di beberapa wilayah tertentu di Indonesia menjadi daya tarik untuk tetap dicari dan digali informasinya. Kenyataan yang terjadi saat ini bahwa kekayaan fosil kayu yang berlimpah baru sebatas konsumsi para kolektor dan penjual demi kepentingan bisnis dan kesenangan (hobi) semata. Menurut Mandang dan Martono (1996), fosil kayu sejak kurang lebih 20 tahun lalu sudah diperjual belikan di daerah barat pulau Jawa.

Saat ini tidak banyak temuan fosil di Indonesia diberitakan secara lengkap lewat tulisan ilmiah. Temuan fosil kayu seringkali diberitakan melalui media cetak baik lokal maupun nasional, bahkan sering kali informasi keberadaannya hanya beredar dari mulut ke mulut.

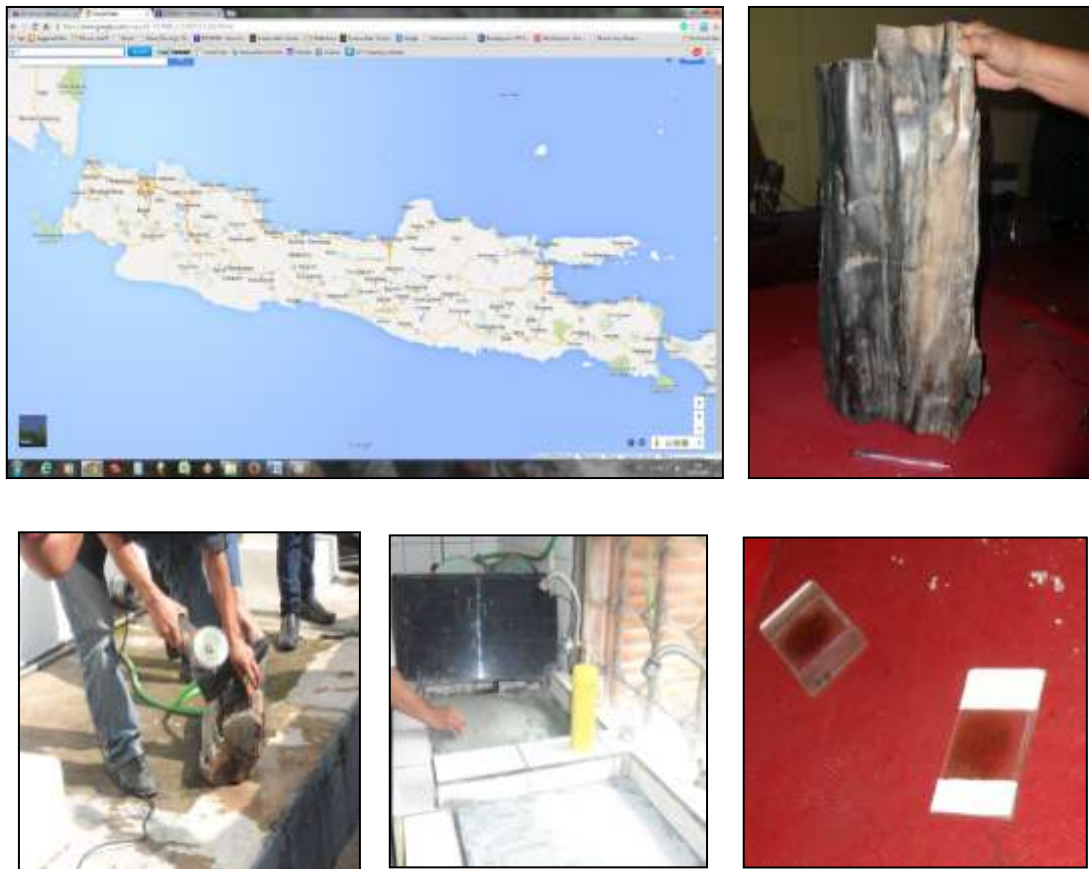
Penelitian fosil di Indonesia telah dimulai sejak tahun 1854 oleh Goppert yang meneliti fosil kayu di Pulau Jawa (Krausel, 1925). Crie (1888) menemukan fosil kayu *Naucleoxylon spectabile* (Rubiaceae) di Gunung Kendeng (Jawa), yang kemudian direvisi oleh Krausel melalui penelitiannya menjadi *Dipterocarpoxyton spectabile* (Krausel, 1926). Beberapa tahun sebelumnya juga ditemukan jenis *Dipterocarpoxyton javanense* di daerah Bolang-Rangkasbitung (Krausel, 1922b) dan *Dipterocarpoxyton* sp. di Sumatra Selatan (Krausel, 1922a). Den Berger merevisi temuan Krausel menjadi *Dryobalanoxylon spectability* dan *Dryobalanoxylon javanense* (Den Berger, 1923 & 1927). Schweitzer (1958) menemukan fosil *Vaticoxylon pliocaenicum* dan *Shoreoxylon pulchrum* di Jambi, *Dipterocarpoxyton javanicum* di Indramayu serta *Dryobalanoxylon tobleri* di Banten. Sukiman (1971) melaporkan temuan fosil kayu *Shoreoxylon pachitanensis* di daerah Pacitan (Jawa tengah). Mandang dan Martono (1996) melaporkan bahwa jenis fosil

kayu yang ditemukan di tempat pengumpulan/penjualan fosil di Ciampea, Leuwiliang, dan Jasinga didominasi oleh jenis-jenis suku Dipterocarpaceae yaitu *Anisopteroxylon*, *Dipterocarpoxyton*, *Dryobalanoxylon*, *Hopeoxylon*, *Shoreoxylon*, *Parashoreoxylon*, dan *Cotylelobioxyton*. Masih di daerah Leuwiliang, fosil kayu *Dryobalanoxylon bogorensis* ditemukan oleh Srivastava dan Kagemori (2001). Beberapa tahun kemudian, Mandang dan Kagemori (2004) menemukan Fosil kayu *Dryobalanoxylon lunaris* di daerah Maja-Kabupaten Lebak (Banten). Temuan fosil kayu jenis *Shoreoxylon floresiensis* juga diberitakan oleh Dewi (2013) di cagar alam Wae Wuul pulau Flores. Temuan fosil kayu di kali Cemoro (Jawa Tengah) diidentifikasi sebagai fosil kayu jenis Rengas (*Gluta wallichii*) dari suku Anacardiaceae (Andianto *et al.*, 2012). Menurut Dewi (2013), fosil kayu yang ditemukan di Indonesia berasal dari endapan pada masa Miocene yaitu 25 juta tahun BP (*Before Present*) hingga masa Pliocene yaitu 2 juta tahun BP.

Salah satu lembaga di Indonesia yang memiliki koleksi fosil kayu adalah Museum Geologi yang terletak di jalan Diponegoro No. 57 Bandung. Tugas lembaga ini diantaranya adalah memperagakan koleksi geologi termasuk koleksi fosil kayu (Museum Geologi, 2014). Lebih dari dua puluh fosil kayu koleksi Museum Geologi Bandung yang berasal dari beberapa wilayah di Indonesia sebagian besar sudah ditetapkan identitas botanis-nya berdasarkan ciri-ciri makroskopis. Namun demikian, ciri-ciri tersebut belum diuraikan secara rinci. Tulisan ini menyajikan diskripsi fosil kayu koleksi museum Geologi Bandung jenis *Terminalioxylon* (Ketapang) anggota famili Combretaceae.

BAHAN DAN METODA

Bahan penelitian adalah sebuah fosil kayu koleksi museum Geologi Bandung (No. MP0000023) yang ditemukan di permukaan sungai Cilanang di daerah Cianjur Selatan Provinsi Jawa Barat. Fosil kayu yang diamati berukuran panjang kurang lebih 60 cm dengan diameter sekitar 20 cm, berwarna hitam dengan sedikit corak putih.



Gambar 1. Peta lokasi ditemukannya fosil kayu dan proses pembuatan preparat iris

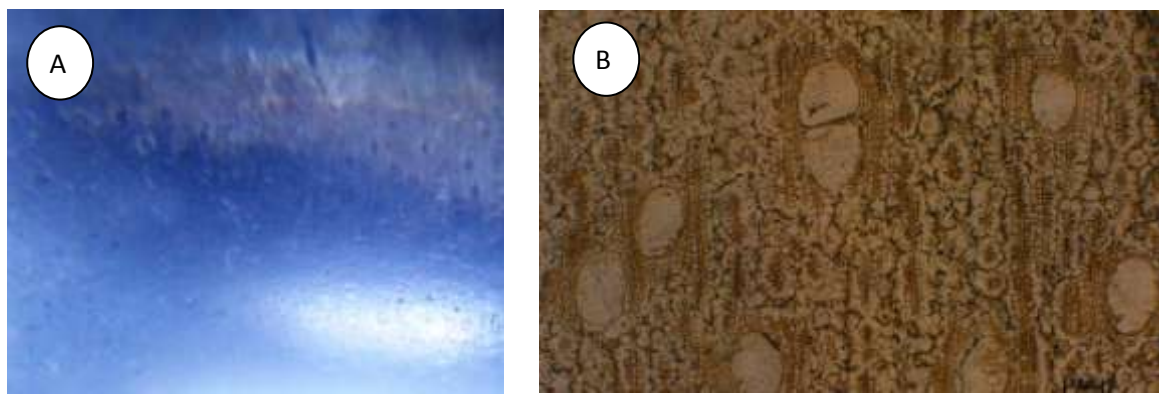
Irisan bidang lintang, radial dan tangensial fosil kayu diamati ciri-ciri anatominya pada preparat iris dengan bantuan mikroskop *Carl Zeiss-Axio Imager A1m*. Pembuatan preparat iris dimulai dengan memotong/mengiris sebidang fosil kayu berukuran 3 cm x 3 cm x 6 cm pada tiga bidang/penampang yaitu lintang, radial, dan tangensial. Permukaan pada setiap penampang irisan ditipiskan dengan mesin gosok batuan yang sudah ditaburi serbuk "carborundum" 100 mesh. Selanjutnya setiap irisan fosil dicuci dengan air, dan digosok kembali dengan kaca ketebalan 5 milimeter yang sudah ditaburi serbuk "carborundum" 320 mesh. Kemudian dicuci kembali dan selanjutnya digosok pada kaca yang ditaburi serbuk "carborundum" 600 mesh agar lebih halus. Selanjutnya masing-masing irisan fosil kayu beserta "object glass" dipanaskan pada "hot plate" hingga suhu 70-80°C. Setelah dipanaskan selanjutnya masing-masing irisan fosil direkatkan pada "object glass" yang sudah diolesi "canada balsam" dengan menekan hingga tidak nampak gelembung udara. Diamkan hingga dingin dan melekat dengan baik. Setiap irisan fosil yang sudah melekat pada "object glass" selanjutnya digosok kembali pada plat gosok batuan hingga terlihat tipis (bayang-bayang) dengan melihatnya di bawah mikroskop. Untuk mendapatkan ketipisan sesuai yang diinginkan, irisan fosil selanjutnya dibersihkan dengan air dan digosok kembali pada kaca yang ditaburi serbuk "carborundum" 320 mesh. Apabila belum sesuai dengan ketipisan yang diinginkan, digosok kembali pada kaca yang ditaburi serbuk "carborundum" 600 mesh. Jika ketipisan sudah sesuai, selanjutnya dikeringkan sebentar dan beri entelan serta tutup dengan "cover glass" hingga kering selama lebih kurang 2 jam. Selanjutnya preparat iris siap untuk dilakukan pengamatan.

Diskripsi ciri anatomi mengacu kepada daftar ciri mikroskopis untuk identifikasi kayu daun lebar IAWA (Wheeler *et al.*, 1989). Jumlah pengamatan ciri-ciri kuantitatif sel disesuaikan dengan jumlah sel yang dapat dilihat pada slide/preparat pengamatan. Setiap ciri kuantitatif yang diperoleh dianalisis dengan bantuan program MINITAB. Ciri-ciri anatomi hasil pengamatan selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengamatan ciri-ciri anatomi fosil dan kayu masa kini yang sejenis. Analisa umur fosil kayu dilakukan melalui data peta geologi yang dikeluarkan oleh Puslitbang Geologi (1996).

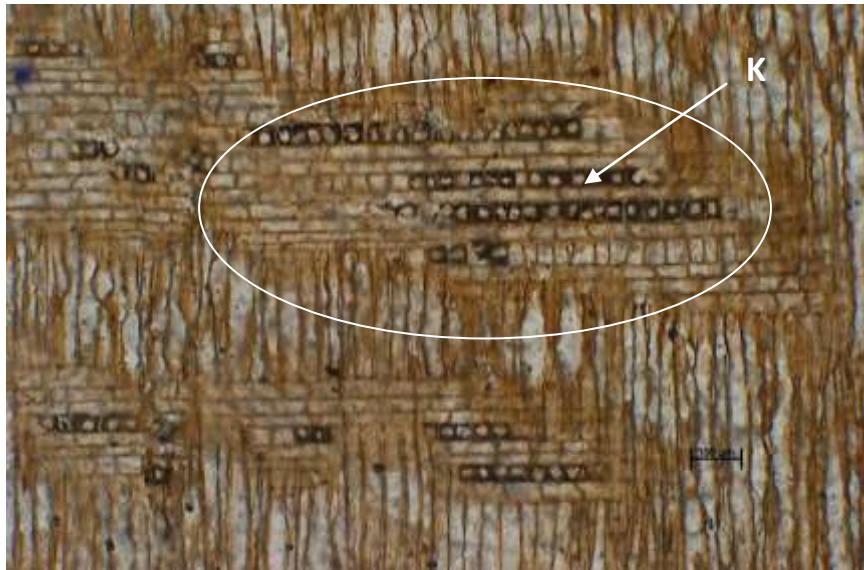
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ciri Anatomi

Ciri anatomi yang terlihat pada irisan fosil kayu dan memiliki nilai penting (ciri diagnostik) adalah: batas lingkaran tumbuh tidak jelas atau tidak ada; pori (pembuluh) tata baur, soliter dan berganda radial 2, bidang perforasi sederhana, ceruk antar pembuluh selang-seling, diameter ceruk antar pembuluh sedang (8-9 mikron), ceruk berumbai, diameter pembuluh agak besar, rata-rata 289 mikron; parenkim vaskisentrik (selubung) dan aliform (sayap); jari-jari dengan lebar 1 seri, sel baring, sel bujur sangkar, dan sel tegak bercampur, terdapat kristal dalam sel tegak berbilik; saluran interselular aksial deret tangensial pendek berbentuk busur



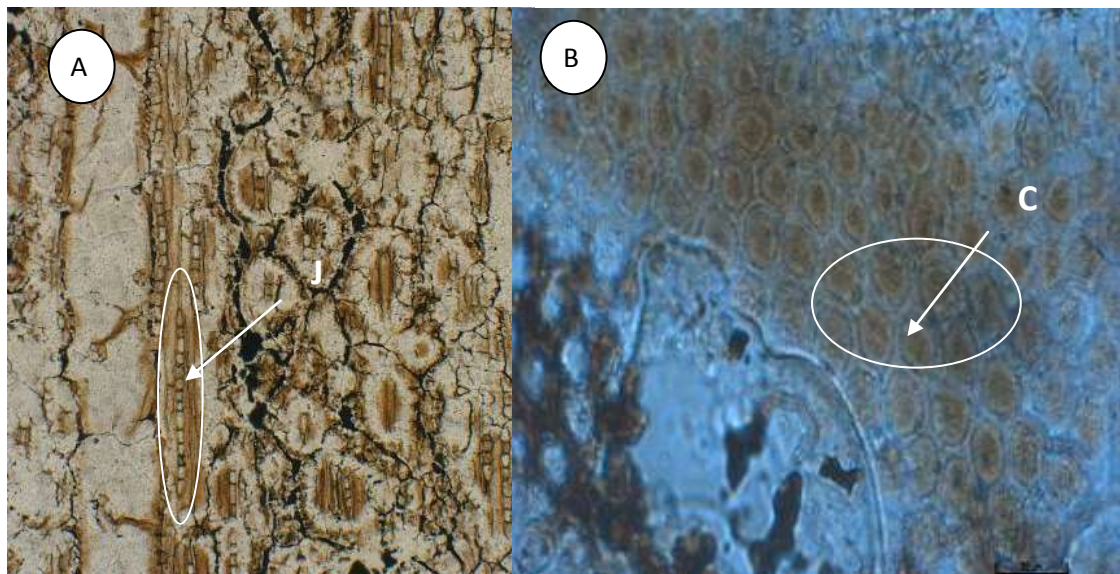
Gambar 2. Penampang lintang. – (a) Makro, 10 kali perbesaran. – (b) Mikro, 25 kali perbesaran



Keterangan : K = Kristal

Gambar 3. Penampang radial. Tubuh sel jari-jari berupa sel baring, sel bujur sangkar, dan sel tegak bercampur; terdapat kristal prismatic pada sel tegak berbilik, 50 kali perbesaran.

Adanya beberapa ciri anatomi demikian menunjukkan bahwa fosil kayu yang diamati ialah genus *Terminalioxylon* anggota suku (family) Combretaceae. Bentuk ciri-ciri anatomi tersebut dapat di lihat pada Gambar 2, 3, dan 4.



Keterangan : J = Lebar jari-jari 1 seri, C = Ceruk antar pembuluh selang-seling dan berumbai

Gambar 4. Penampang tangensial. – (a) Lebar sel jari-jari 1 seri, 50 kali perbesaran. – (b) Ceruk antar pembuluh berumbai (200 kali perbesaran)

Diskripsi ciri-ciri anatomi fosil *Terminalioxylon* spp. yang pernah diamati oleh beberapa anatomist memiliki ciri utama (diagnostik) yang mirip dengan yang teramati pada fosil kayu ini. Ramos *et al.* (2012) mendiskripsikan temuan fosil *Terminalioxylon lajaum* sp. nov. di Taman Nasional *El Palmar, Entre Ríos*, Argentina dengan ciri-ciri anatomi diantaranya berupa pembuluh baur, berganda radial 2-4, bidang perforasi sederhana, noktah antar pembuluh selang-seling; parenkim vaskisentrisk, konfluen, dan bentuk pita; terdapat kristal prismatic dalam sel parenkim, jari-jari homoseluler, lebar jari-jari 1 (2) seri. Hasil penelitian Sukiman (1971) menunjukkan bahwa fosil kayu *T. pachitanensis* asal Pacitan (Jawa Timur) memiliki sel pembuluh baur berganda radial 2-3; parenkim vaskisentrisk dan aliform; jari-jari heteroseluler, lebar jari-jari 1-2 seri, terdapat

kristal pada sel jari-jari. Demikian juga Prakash (1966) dan Madel & Muller (1973) yang meneliti fosil kayu di Tjitjareuheun (Jawa Barat) dan Padang, menyatakan bahwa *T. tertarium* dan *T. burmeense* memiliki ciri anatomi pembuluh baur, pembuluh gandaan radial 2-3; terdapat parenkim vaskisentrik, aliform dan konfluen; jari-jari homoseluler, lebar jari-jari 1 (2) seri; terdapat serat bersekat; terdapat kristal dalam sel jari-jari dan parenkim. Sedangkan hasil penelitian Krammer (1974), diketahui bahwa *T. densiporosum* asal Padang memiliki ciri anatomi diantaranya berupa pembuluh semi tata lingkaran; lingkaran tumbuh jelas; pembuluh gandaan radial 2-3; parenkim vaskisentrik, konfluen dan bentuk pita; jari-jari heteroseluler; terkadang terdapat serat bersekat; dan terdapat kristal baik di dalam sel jari-jari maupun parenkim. Secara lebih lengkap perbandingan ciri anatomi antara beberapa fosil kayu *Terminalioxylon* spp. dengan kayu *Terminalia* spp. masa kini dapat dilihat pada Tabel 1.

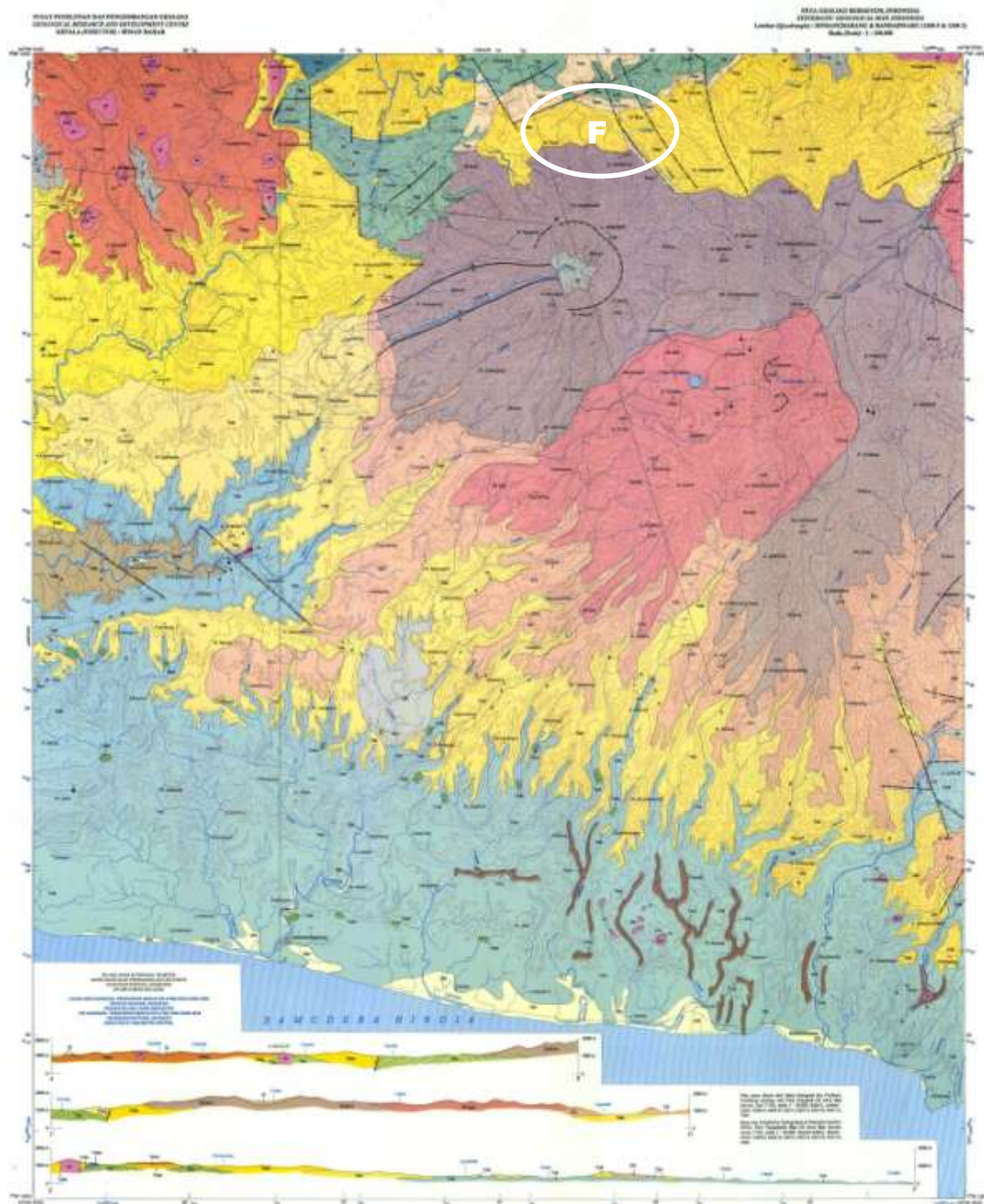
Ciri anatomi fosil kayu yang ditemukan di daerah Cianjur ini juga serupa dengan ciri-ciri anatomi yang terdapat pada jenis kayu *Terminalia* spp. (Ketapang) yang tumbuh di masa kini. Menurut Lemmens *et al.* (1995), kayu jenis *Terminalia* spp. memiliki ciri makroskopis berupa lingkaran tumbuh tidak jelas, sel parenkim terlihat oleh mata telanjang atau dengan bantuan loupe, serta adanya saluran resin aksial traumatik deret tangensial berwarna gelap yang umumnya berbentuk busur pendek. Sedangkan ciri mikroskopisnya disebutkan bahwa terdapat ciri berupa parenkim vasisentrik hingga bersayap, konfluen pendek, jarang yang berbentuk pita panjang, sel jari-jari sebagian besar uniseriate dan homoseluler dan jarang yang dengan satu jalur sel bujur sangkar, jika terdapat kristal biasanya sering sebagai druse, dan pada jenis *T. oreadam* terdapat kristal pada parenkim aksial. Sel jari-jari heteroseluler nampak pada fosil *Terminalioxylon* ini, namun Lemmens *et al.* tidak menyebutkan adanya sel jari-jari heteroseluler. Menurut Mandang (2002), kayu Ketapang yang berasal dari pohon masa sekarang memiliki ciri anatomi berupa pembuluh baur, soliter dan berganda radial atau diagonal 2-4, diameter tangensialnya umumnya agak besar, bidang perforasi sederhana; parenkim selubung atau bentuk sayap dan terkadang berbentuk pita konfluen; jari-jari ukurannya pendek sampai agak pendek; beberapa jenisnya mengandung saluran aksial traumatik, dan kebanyakan jenis mengandung saluran bentuk busur atau deret tangensial pendek.

Adanya perbedaan beberapa ciri anatomi diantara jenis *Terminalioxylon* sp. dengan jenis kayu *Terminalia* sp. masa kini diduga disebabkan oleh kondisi pertumbuhan pohon saat itu. Kondisi pertumbuhan pohon bisa dipengaruhi oleh lingkungan tempat tumbuh dan iklim sehingga menyebabkan ciri anatomi kayu yang bervariasi.

Formasi geologi

Fosil kayu *Terminalioxylon* sp. yang diamati berasal dari permukaan sungai Cilang di daerah Cianjur Selatan Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan Peta geologi skala 1 : 100.000 Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru (Gambar 5.), sungai Cilang termasuk ke dalam formasi Beser yang terbentuk pada masa Miosen. Berdasarkan temuan moluska di lokasi sungai Cilang, Sufiati *et al.* (2005) menyatakan bahwa Sungai Cilang berumur Miosen dengan lingkungan Neritik (laut dangkal). Namun karena fosil kayu ini merupakan temuan permukaan, maka berdasarkan peta geologi yang sama dapat diketahui bahwa kemungkinan besar fosil kayu berasal dari QTV (endapan-endapan piroklastika yang tidak terpisahkan). Peta tersebut menjelaskan bahwa pada lokasi ini mengandung breksi andesit, breksi tuf dan tuf lapili. Pada sisi timur gunung Parang dijumpai batuan piroklastika yang melembur dan ignimbrit. Kayu terkonservasi dan yaspis terdapat dalam breksi tersebut. Berdasarkan stratigrafi lembar peta (Gambar 6), dapat diketahui bahwa QTV berumur Pliosen - Plistosen. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fosil kayu *Terminalioxylon* sp. ini berasal dari daerah QTV yang tertransportasi ke Sungai Cilang. Fosil *Terminalioxylon* sp. sudah ada di daerah QTV pada masa Pliosen sampai Pleistosen (5 - 0,01 juta tahun yg lalu), namun untuk mengetahui umur yang sesungguhnya diperlukan uji laboratorium menggunakan isotop radioaktif.

Masa Miosen adalah 24-5 juta tahun lalu, ditandai dengan semakin luasnya padang rumput dan semakin berkurangnya hutan. Sedangkan masa Pliosen adalah 5 - 1,8 juta tahun lalu yang ditandai dengan semakin berkurangnya jumlah tumbuhan karena cuaca dingin. Masa Pleistosen adalah sekitar 1,8 - 0,01 juta tahun lalu yang ditandai oleh beberapa kali glasiasi (zaman es) yang menutupi sebagian besar Eropa, Amerika Utara, Asia Utara, pegunungan Alpen, Himalaya, dan Chersythia (Museum Geologi, 2014). Sedangkan berdasarkan *International Chronostratigraphic Chart* (Cohen *et al.*, 2013) umur fosil masa Pliosen adalah 5,3 - 2,5 juta tahun lalu, sedangkan masa Pleistosen berumur 2,3 - 0,01 juta tahun yang lalu. Masa Holosen dan Plistosen termasuk dalam masa Kuarter, sedangkan masa Pliosen dan Miosen termasuk ke dalam masa Tersier. Masa Miosen terbagi ke dalam masa Miosen atas, Miosen tengah dan Miosen bawah (Dewi, 2013).

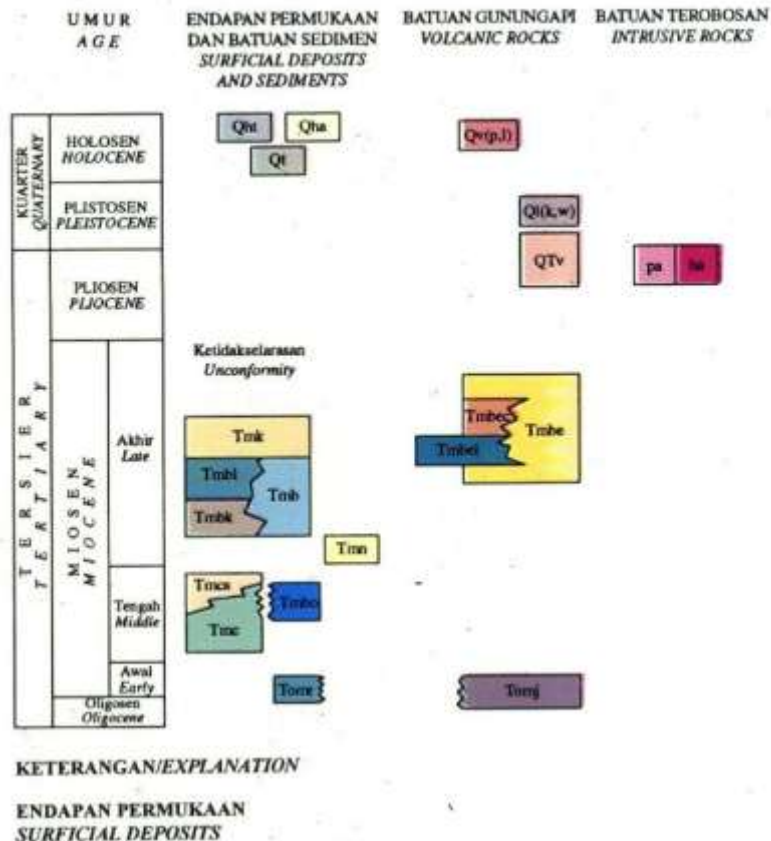


Sumber: Puslitbang Geologi, 1996

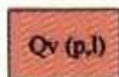
Keterangan: F = Lokasi temuan fosil kayu di permukaan sungai Cilang

Gambar 5. Peta geologi lembar Sindangbarang dan Bandarwaru

KORELASI SATUAN PETA CORRELATION OF MAP UNITS



BATUAN GUNUNGAPI VOLCANIC ROCKS



LAVA DAN LAHAR GUNUNG PATUHA : Lava dan lahar andesit piroksin yang pejal dan berongga dari G. Patuha. Pelembaran atau pengekanan melapis terdapat secara lokal di daerah Danau Patenggang, fenokris plagioklas yang panjangnya 1 cm biasa terlihat. Breksi lahar biasanya termampat baik, tapi kurang terpilah. Komponen bergaris tengah antara beberapa cm sampai 3 m; matriks tuf pasir berwarna abu-abu.

LAVA AND LAHAR OF GUNUNG (MOUNT) PATUHA : Vesicular and massive pyroxene andesite lava and lahar from G. Patuha. Sheeting or lamellar jointing locally. In area of Danau (lake) Patenggang, plagioclase phenocrysts as much as 1 cm in size are common. Laharic breccia usually well consolidated but poorly sorted. Fragments range from few cm to 3 m across; matrix grey sandy tuff.



LAHAR DAN LAVA G. KENDENG : Aliran lava berselingan dengan endapan lahar berupa breksi andesit dan breksi tuf. Komponen menyudut sampai sebesar 40 cm garis tengahnya.

LAHAR AND LAVA OF G. KENDENG : Lava flows intercalated with laharic deposits of andesite breccia and tuff breccia. Fragments are angular and as much as 40 cm in diameter.



ENDAPAN-ENDAPAN PIROKLASTIKA YANG TAK TERPISAH-KAN : Breksi andesit, breksi tuf dan tuf lapili. Di sisi timur G. Parang dijumpai batuan piroklastika yang melembat, dan ignimbrit (Koesmono, 1975). Kayu terkersikkan dan yaspis terdapat dalam breksi tersebut.

UNDIVIDED PYROCLASTIC DEPOSITS : Andesite breccia, tuff breccia and lapilli tuff. On eastern flank of G. Parang, pyroclastic rocks, sheeted lava and ignimbrite were found (Koesmono, 1975). Silicified wood and jasper occur in the breccia.

Sumber: Puslitbang Geologi, 1996

Gambar 6. Korelasi satuan peta dan penjelasannya

Tabel 1. Perbandingan ciri anatomi fosil kayu *Terminalioxylon* dengan kayu *Terminalia* spp. masa kini

	<i>Terminalioxylon</i> BF 92 Mandang <i>et al.</i> , 2003	<i>Terminalioxylon</i> <i>pachitanensis</i> Sukiman, 1971	<i>Terminalioxylon</i> <i>tertiarum</i> Prakash, 1966	<i>Terminalioxylon</i> <i>burmeense</i> Mädel-Angelieva & Müller-Stohl, 1973	<i>Terminalioxylon</i> <i>densiporosum</i> Kramer, 1974	<i>Terminalioxylon</i> sp. Koleksi Museum Geologi Bandung No. MP0000023	<i>Terminalia</i> spp. Lemmens <i>et al.</i> , 1995
Ciri anatomi	Tenjo, Jawa Barat	Pacitan, Jawa Timur	Tjijareuheun, Jawa Barat	Padang, Sumatra Barat	Padang, Sumatra Barat	Cianjur, Jawa Barat	
Umur	Pliosen	Miosen	Tersier atas	Tersier	Tersier	Pliosen- Pleistosen	Masa kini
Lingkar tumbuh							
- Batas jelas	+		+	+	+		+
- - Batas tidak jelas		+				+	+
Porositas							
- Tata lingkar				?	semi		
- Baur	+	+	+	+		+	+
Pembuluh (pori-pori)							
- Soliter	72%		80%	80%	70%		
- Berganda	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2	2-4
- Diameter (mikron)	247 (155-323)	85-105	260 (210-300)	300 (230-380)	260 (210-290)	289 (267-311)	150-300
- Frekuensi (per mm ²)	2-3	4-6	3-4 (2-5)	3-5,3, (2-3)	(7), (5), 1-3	2 (1-3)	2-5 hingga 13-23
- Panjang (mikron)	370 (190-545)	600-630	300 (200-450)	380 (250-450)	300 (200-500)		
- Diameter ceruk antar pembuluh (mikron)	12-14	7	9-11	8-9	7-8	8-9	5-8
- Ceruk antar pembuluh berumbai	+					+	+
- Tilosis	+						
Parenkim							
- Vaskisentrisk		+	+		+	+	+
- Aliform	+	+	+	+		+	+
- Konfluen	+		+	+	+		+
- Pita			+	+	+		
Jari-jari							
- Heteroseluler	+	+				+	
- Homoseluler	+		+	+	+		+
- Lebar (sel)	1-(2)	1-2	1-(2)	1-(2)	1-2	1	
- Tinggi (sel)			3-25 (10-15)	3-40 (10-17)	3-60 (10-20)?	15 (14-17)	
- Tinggi (mikron)	229 (153-514)	170-1215	90-650 (250-370)	100-1300 (300-500)	70-1800 (300-600)	467 (416-518)	100-1000 (1500)
- Frekuensi (per mm)	11 (8-13)	20-22	10-15 (12-13)	10-14	14 (12-16)	4	5-8 (9) hingga 9-15
Serat							
- Beberapa bersekat	+		+	+	(-)		(+)
- Ceruk sederhana	+	+					
Saluran resin, aksial							
- Tersebar							
- Baris tangensial panjang				+			
- Baris tangensial pendek						+	+
- Diameter (mikron)				60-150 (80-90)			
Inklusi mineral							
- Silika dalam sel jari-jari							
- Silika dalam sel parenkim							
- Kristal dalam sel jari-jari	+	+	+	+	+	+	
- Kristal dalam sel parenkim	?		+	+	+		+

Ket: + = ada, () = jarang, kotak kosong berarti data tidak tersedia

Penemuan fosil kayu jenis *Terminalioxylon* spp. lebih sedikit diberitakan dibandingkan dengan jenis-jenis anggota suku Dipterocarpaceae. Menurut Mandang & Martono (1996), walaupun di bagian barat pulau Jawa fosil kayu didominasi oleh jenis dari suku Dipterocarpaceae, namun dapat diketahui adanya jenis non Dipterocarpaceae yang diantaranya adalah jenis *Terminalioxylon*. Dengan demikian temuan fosil kayu jenis *Terminalioxylon* dari endapan Pliosen ini dapat menambah informasi keberadaan fosil kayu di bagian barat pulau Jawa khususnya di daerah Cianjur. Pohon *Terminalia* spp. pada masa kini menurut Lemmens *et al.* (1995) banyak tumbuh di pulau Sumatra (11 jenis), Jawa (6 jenis), Kalimantan (8 jenis), Sulawesi (10 jenis), dan Maluku (7 jenis).

KESIMPULAN

Salah satu fosil koleksi Museum Geologi Bandung yang berasal dari Cianjur adalah jenis *Terminalioxylon* sp. (Ketapang) anggota suku Combretaceae. Berdasarkan penelusuran peta geologi dimana fosil kayu berasal, dapat diperkirakan bahwa pohon jenis *Terminalia* sp. sudah ada di daerah Cianjur pada masa Pliosen sampai Pleistosen (5 - 0,01 juta tahun yg lalu). Masa Pliosen adalah 5-1,8 juta tahun lalu yang ditandai dengan semakin berkurangnya jumlah tumbuhan karena cuaca dingin, sedangkan masa Pleistosen adalah sekitar 1,8-0,01 juta tahun lalu yang ditandai oleh beberapa kali glasiasi (zaman es).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada jajaran pegawai Museum Geologi Bandung yang telah mengijinkan koleksi fosil untuk diamati serta bantuannya dalam proses pembuatan preparat iris.

DAFTAR PUSTAKA

- Andianto, N.E. Lelana, A. Ismanto. 2012. Identifikasi Fosil Kayu dari Kali Cemoro Kabupaten Sragen, Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Biologi. Prospektif Biologi Dalam Pengelolaan Sumber Hayati. Fakultas Biologi, UGM.
- Cohen, K.M., Finney, S.M., Gibbard, P.L., and Fan, J.-X., 2013. *The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes*, 36(3): 199-204.
- Crie, M.L. 1888. Recherches sur la Flore Pliocene de Java. Samlung des Geologischen Reichsmuseums in Leiden. Beitrage zur Geologie von Ost-Asiens Australiens 5: 1-21 + 8 Tab.
- Dewi, L. M. 2013. Penelitian Fosil Kayu: Status dan Prospeknya di Indonesia. Makalah Diskusi Litbang Anatomi Kayu Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Tidak diterbitkan.
- Den Berger, L.G. 1927. Unterscheidung-smerkmale von rezenten und fossilen Dipterocarpaceen Gattungen. Bulletin du Jardin Botanique de Buitenzorg Series 3: 495-498.
- _____. 1923. Fossiele houtsoorten uit het Tertiair van Zuid-Sumatra. Verh. Geol. Mijnb. Genoot. Ned. (Geol.ser.) 7: 143-148.
- Kramer, K. 1974. Die Tertiaren Holzer Sudost-Asiens (unter Ausschluss der Dipterocarpaceae). Palaentographica Abt. Part (2). Anschrift des Verfassers: 53Bonn1, Botanisches Institut, Meckenheimer-Allee 170. Stuttgart.
- Krausel, R. 1926. Über einige Fossile Hölzer aus Java. Leidsche Geol. Mededeel. Bd. 2: 1-8.
- _____. 1925. Der Stand Unserer Kenntnisse von der Tertiärflora Nederlandisch-Indien. Verh. Geol. Mijnb. Genootsh. V. Nederland en Kol., Geol. Serie 8: 3129-342.
- _____. 1922a. Fossile Hölzer aus dem Tertiär von Süd-Sumatra. Verh. Geol. Minb.Genootsch. V. Nederland en Kol., Geol. Serie V: 231-294
- _____. 1922b. Üeber einen Fossilen Baumstamm von Bolang (Java) . Ein Beitrag zur Kenntnis der fossiliken flora Nederlandisch-Indiens. Versl. Afd. Natuurkunde Kon. Akad. Amsterdam 31.
- Lemmens, R.H.M.J., I. Soerianegara and W.C. Wong. 1995. Plant Resources of South-East Asia 5. (2) Timber trees: Minor commercial timbers. Prosea Foundation. Bogor.
- Museum Geologi. 2014. <http://uun-halimah.blogspot.com/2011/12/museum-geologi.html>. [diakses tanggal 12 Mei 2014].

- Mandang, Y.I. and N. Kagemori. 2004. A Fossil Wood of Dipterocarpaceae from Pliocene Deposit in the West Region of Java Island, Indonesia. *Biodiversitas*, Vol. 5 No. 1 Halaman 28-35.
- Mandang, Y.I. & I. K. N. Pandit. 2002. Pedoman Identifikasi Jenis Kayu di Lapangan. PROSEA INDONESIA. Yayasan PROSEA. Bogor.
- Mandang, Y.I. & D. Martono. 1996. Keanekaragaman Fosil Kayu di Bagian Barat Pulau Jawa. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan & Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Mandang, Y.I., N. Kagemori, R. Srivastava, K. Terada, and S. Hadiwisastrao. 2003. Pliocene Wood from Tenjo West Java, Indonesia. Unpublished Report.
- Mädel-Angelieva & Müller-Stohl, 1973 dalam Kramer, 1974.
- Puslitbang Geologi. 1996. Peta Geologi Bersistim, Indonesia. Lembar: Sindangbarang & Bandarwaru (1208-5 & 1208-2). Skala: 1: 100.000. Bandung.
- Prakash, 1966 in Kramer, 1974.
- Ramos, R.S., M. Brea, D.M. Kröhling. 2012. Fossil Wood from El Palmar Formation (Late Pleistocene) in the El Palmar National Park, Entre Ríos, Argentina. *AMEGHINIANA* - Tomo 49 (4) 606 - 622. Argentina.
- Srivastava, R. and N. Kagemori. 2001. Fossil wood of *Dryobalanops* from Pliocene deposit of Indonesia. *Paleobotanist* 50(2001): 395-401.
- Sufiati, E., Ma'mur, Kurniawan, I. dan Budiyanto. 2005. Survei Koleksi Geologi untuk Daerah Cianjur dan Sekitarnya. Laporan Internal Museum Geologi Bandung. Tidak dipublikasikan.
- Sukiman, S. 1971. Sur deux bois fossiles du Gisenment de la region Pachitan a Java. *C.r. 102e Congr.Nat.Soc.Sav., Limoges*, 1: 197-209.
- Schweitzer, J.H. 1958. Die FossilenDipterocarpaceen-Hölzer. *Paleontographica* B 104 (1-4): 1-66.
- Wheeler, E.A., P. Baas and P.E. Gasson. 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. *IAWA Bulletin* n.s. 10 (3): 219-332. International Association of Wood Anatomists. Leiden, The Netherlands.

PENGUNAAN BAMBU SEBAGAI BAHAN TULANGAN PADA BAK PENAMPUNG AIR (RESERVOIR)

Lasino

Pusat Litbang Permukiman
Jl. Panyawungan, Cileunyi Wetan – Bandung
Email : lsn_pu@yahoo.com

ABSTRAK

Bak penampung air merupakan sarana yang sangat diperlukan di daerah pedesaan sebagai tempat penyimpanan air hujan untuk air bersih karena sumber air lain yang memenuhi syarat sulit diperoleh. Kondisi ini bukan saja terjadi di daerah-daerah kering yang sulit mendapatkan air tanah, tetapi juga di daerah pantai atau pasang surut. Oleh karena itu bak penampung merupakan bangunan yang sangat dibutuhkan di setiap rumah tangga. Selama ini pembuatan bak penampung air dengan menggunakan bahan tulangan besi dan kawat anyam, atau lebih dikenal dengan sebutan *Ferrocement*, tetapi dengan bahan tersebut membutuhkan biaya yang relatif mahal. Berangkat dari kondisi tersebut, maka untuk membantu masyarakat dalam membuat bak penampung air perlu diciptakan teknologi yang aplikatif, praktis dan murah dengan memanfaatkan sumber daya setempat. Keinginan tersebut kiranya dapat terwujud melalui inovasi pemanfaatan bambu sebagai tulangan. Sumber bahan setempat seperti bambu yang tumbuh subur di berbagai wilayah di Indonesia kiranya menjadi harapan sebagai pengganti besi tulangan karena sifatnya yang sangat baik terutama kekuatan tarik yang hampir setara dengan besi beton. Tulisan ini menyajikan penggunaan bambu sebagai bahan tulangan pada pembuatan bak penampung air yang selanjutnya disebut reservoir bambu semen. Reservoir bambu semen adalah sebuah bak penampung air dengan dinding tipis terbuat dari adukan semen-pasir dan tulangan bambu dengan penambahan kawat ayam sebagai pengikat antar batang tulangan, peningkatan kuat lekat dan penahan retak pada dinding. Salah satu kelemahan dari tulangan bambu ini adalah kekuatan lekatnya yang rendah, sehingga pada ujung bak (bagian atas dan dasar reservoir) perlu diberi penguatan dengan menggunakan kawat seng diameter 6 mm agar lebih stabil. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bambu sebagai tulangan dalam pembuatan bak penampung air dengan sasaran diperolehnya reservoir yang murah, kuat dan aplikatif untuk daerah pedesaan. Sedangkan outcome yang ingin dicapai adalah model reservoir untuk air hujan yang dapat dikembangkan oleh masyarakat pedesaan. Dari hasil penelitian diperoleh data bahwa kuat tarik bambu betung rata-rata sebesar 167,5 Mpa sedangkan untuk bambu tali sebesar 183,5 Mpa. Kuat lentur contoh panel dengan tulangan bambu diperoleh antara 4,0 – 6,0 Mpa, kuat tekan mortar yang digunakan sebesar 30 Mpa dan kuat lentur mortar sebesar 3,5 Mpa. Uji kedap air dari panel bambu semen dengan tekanan 3 dan 7 atmosfer diperoleh hasil bahwa seluruh contoh memenuhi syarat kedap (tidak rembes). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bambu sebagai bahan tulangan untuk bak penampung air dapat memenuhi syarat dan cukup prospektif khususnya di daerah pedesaan yang sulit mendapatkan besi tulangan sekaligus untuk meningkatkan nilai tambah terhadap potensi lokal.

Kata kunci : bak penampung air, tulangan bambu, potensi lokal, kekuatan, permeabilitas.

PENDAHULUAN

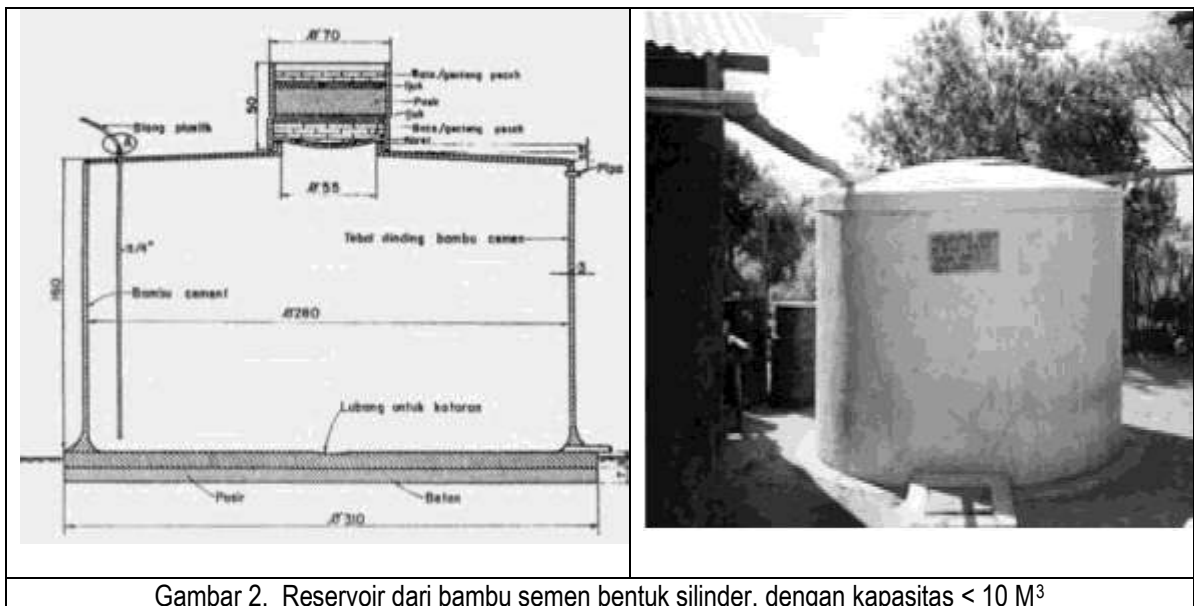
Latar Belakang

Bak penampung bambu semen adalah semacam dinding beton yang tipis dengan tulangan bambu dan kawat ayam berdiameter kecil. Tulangan terdiri dari satu lapis atau lebih tergantung tebal dinding dan ukuran bak penampung, dibuat dengan cara sederhana dan tidak memerlukan keahlian khusus. Bak penampung bambu semen merupakan pengembangan dari ferro cement yang telah dikembangkan sejak tahun 1980-an untuk bak penampung air di daerah pedesaan terutama yang sulit mendapatkan air bersih, sehingga salah satu air baku yang digunakan adalah air hujan. Bahan-bahannya terdiri dari adukan (pasir dan semen) dan

Tulangan bambu dipilih karena bahan ini merupakan salah satu bahan bangunan tertua dan sangat serbaguna dengan banyak aplikasi di bidang konstruksi bangunan, khususnya di negara-negara berkembang. Bambu tumbuh melimpah di seluruh kepulauan Indonesia, dan telah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat Indonesia selama berabad-abad. Pertumbuhan bambu yang cepat membuat bambu sebagai sumber daya yang dapat berkelanjutan. Sifatnya yang kuat dan ringan serta dapat digunakan langsung tanpa pengolahan atau finishing, juga mudah dilaksanakan, tahan terhadap gaya gempa, dan mudah diperbaiki jika terjadi kerusakan. Beberapa alasan kenapa pemanfaatan bambu untuk bahan konstruksi perlu ditingkatkan, karena sumber daya kayu sudah sangat berkurang dengan adanya pembatasan yang dikenakan pada penebangan di hutan alam, terutama di daerah tropis, sehingga perhatian dunia pada kebutuhan untuk mengidentifikasi pengganti material yang dapat diperbarui, ramah lingkungan dan secara luas dapat dimanfaatkan. Sementara pertumbuhan kayu hingga dapat digunakan sebagai material konstruksi bangunan sangat lama bisa mencapai 40 tahun dibandingkan dengan bambu yang hanya sekitar 3 sampai 5 tahun (1). Beberapa tipe bak penampung air (reservoir) untuk pedesaan disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Reservoir dari beton bentuk kotak, dengan kapasitas $< 10 \text{ M}^3$



Gambar 2. Reservoir dari bambu semen bentuk silinder, dengan kapasitas $< 10 \text{ M}^3$

Sumber: <http://akuinginijiau.wordpress.com/2007/05/14/apalagi-solusi-banjir-kita-bikin-sendiri-tong-penangkap-air-hujan/#more-93>, 14 Mei, 2007

Pemanfaatan bambu sebagai bahan tulangan pada pekerjaan beton sudah lama digagas dan diuji coba, namun perkembangannya belum menggembirakan. Hal ini karena keterbatasan sifat bambu yang dimiliki khususnya stabilitas, kekuatan lekat terhadap beton dan pembengkokan pada ujung yang sulit dilakukan. Sampai saat ini penggunaan bambu sebagai tulangan baru terbatas pada komponen non struktural yang tidak menerima beban lentur atau momen yang besar sehingga tidak memerlukan panjang penyaluran pada ujung tulangan seperti untuk komponen dinding non struktural dan sebagainya. Penggunaan bambu sebagai tulangan untuk panel dinding telah diuji cobakan pada contoh rumah oleh Pusat Litbang Permukiman di kompleks Antapani Bandung dengan hasil yang cukup baik (2).

Bambu memiliki sejarah panjang sebagai bahan bangunan di seluruh dunia baik di daerah tropis maupun sub-tropis. Menurut Sharma (1987) di dunia tercatat lebih dari 75 negara dan 1250 spesies bambu. Bambu banyak digunakan untuk berbagai bentuk konstruksi bangunan, khususnya untuk perumahan di daerah pedesaan. Bambu merupakan sumber daya terbarukan dan serbaguna, ditandai dengan kekuatan tinggi dan berat volume rendah, dan mudah dikerjakan dengan menggunakan alat sederhana. Dengan demikian, konstruksi bambu mudah untuk dibangun, sifat yang ringan dan elastik membuat konstruksi bambu tahan terhadap gaya gempa dan mudah diperbaiki jika terjadi kerusakan. Contoh lain bambu dapat digunakan untuk membuat semua komponen bangunan, baik struktural maupun non struktural (7), diantaranya;

a) Bambu sebagai pondasi

Jenis-jenis pondasi dari bambu yang umum digunakan antara lain bambu kontak tanah secara langsung, bambu di atas pondasi batu atau beton, bambu dimasukkan ke dalam pondasi beton dan bambu sebagai tulangan beton. Secara umum, yang terbaik adalah menjaga bambu agar tidak kontak langsung dengan tanah, karena bambu yang tidak diawetkan dapat membusuk sangat cepat jika kontak dengan tanah.

b) Bambu sebagai Lantai

Lantai bangunan bambu mungkin di permukaan tanah, dan karena itu hanya terdiri dari tanah yang dipadatkan, dengan atau tanpa perkuatan dari anyaman bambu. Namun, solusi yang dipilih adalah untuk menaikkan lantai di atas tanah menciptakan jenis konstruksi panggung. Hal ini meningkatkan kenyamanan dan kebersihan dan dapat memberikan tempat penyimpanan tertutup di bawah lantai. Ketika lantai ditinggikan, lantai menjadi bagian integral dari kerangka struktur bangunan. Lantai bambu biasanya terdiri dari balok bambu tetap untuk strip pondasi atau tumpuan ke pondasi. Balok-balok dipasang di sekeliling bangunan. Balok dan kolom umumnya berdiameter sekitar 100 mm.

c) Bambu sebagai dinding

Penggunaan yang paling luas dari bambu dalam konstruksi adalah untuk dinding dan partisi. Elemen utama dari dinding bambu umumnya merupakan bagian dari kerangka struktural. Dengan demikian bambu harus mampu untuk menahan beban bangunan baik berat sendiri maupun beban berguna, cuaca, dan gempa bumi. Sebuah pengisi antara anyaman bambu diperlukan untuk menyelesaikan dinding. Tujuan dari pengisi adalah untuk melindungi terhadap hujan, angin dan hewan, untuk memberikan privasi dan memberikan perkuatan untuk menjamin stabilitas keseluruhan struktur ketika mengalami gaya horisontal. Pengisi harus didesain untuk memungkinkan cahaya dan ventilasi.

d) Bambu sebagai atap

Atap bangunan yang diperlukan untuk memberikan perlindungan terhadap cuaca ekstrem termasuk hujan, matahari dan angin, dan untuk memberikan yang jelas, ruang yang dapat digunakan di bawah kanopinya. Di atas semua, itu harus cukup kuat untuk menahan kekuatan yang cukup dihasilkan oleh angin dan penutup atap. Dalam hal ini bambu sangat ideal sebagai bahan atap - itu kuat, tangguh, dan ringan.

e) Bambu sebagai tulangan beton

Penggunaan bambu sebagai tulangan beton adalah salah satu topik yang lebih luas dibahas berkaitan dengan bambu dalam konstruksi. Ada beberapa alasan mengapa bambu mungkin dapat digunakan sebagai tulangan untuk beton yaitu biaya rendah dibandingkan dengan baja, mudah di dapat, dan kekuatannya untuk rasio berat lebih baik dibandingkan dengan baja (4).



Gambar 5. Bambu sebagai tulangan pondasi plat. (Hidalgo, 1995)

f) Bangunan bambu sebagai bangunan ramah lingkungan “Green Building”

Setiap bangunan menempati ruangan, dirancang, dibangun, dioperasikan dan dipelihara untuk kesehatan dan kesejahteraan penghuni, sambil meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Adapun beberapa kategori bahan “green building” (3), diantaranya sebagai berikut:

- Produk yang dibuat dari bahan lingkungan yang menarik.
- Produk yang mengurangi dampak lingkungan selama konstruksi, renovasi atau pembongkaran.
- Produk yang mengurangi dampak lingkungan dari operasi bangunan.
- Produk yang membuat lingkungan yang aman dan sehat dalam ruangan.

Bambu memenuhi syarat sebagai bahan bangunan ramah lingkungan (green building), karena bambu saat ini dipandang sebagai alternatif bahan dengan biaya rendah untuk perumahan yang dihadapi oleh beberapa negara berkembang. Bambu merupakan potensi bahan untuk perumahan dan konstruksi yang ramah lingkungan (8), karena :

- Kekuatan tarik tinggi dibandingkan dengan yang ringan baja.
- Kekuatan tinggi untuk rasio berat dan beban daya dukung tinggi tertentu.
- Membutuhkan lebih sedikit energi untuk produksi,
- Layanan kinerja bambu dapat ditingkatkan dengan pengawetan.
- Dapat dibentuk menjadi panel dan material komposit yang dapat meningkatkan kekuatan yang cocok untuk aplikasi struktural properti.
- Bambu juga memiliki kekuatan sisa tinggi untuk menyerap pengaruh guncangan dan sangat cocok untuk bahan pembangunan rumah untuk melawan kekuatan angin dan seismik yang tinggi.
- Bambu sangat efisien dalam menyerap karbon dioksida dan berkontribusi terhadap pengurangan efek rumah kaca.

Berdasarkan beberapa hasil tersebut, maka pembuatan bak penampung air dengan bentuk silinder dimungkinkan dengan menggunakan tulangan bambu karena bentuknya yang bulat penulangan dapat dilakukan secara spiral/terus menerus tanpa henti mulai dari bagian dasar dinding sampai bagian atas. Untuk memberikan perkuatan pada bagian pertemuan antara dinding dengan dasar reservoir diberikan penambahan kawat seng sebagai stek sekaligus sebagai stabilitas bentuk.

Maksud, Tujuan dan sasaran penelitian.

Maksud dari penelitian ini adalah pemanfaatan bambu sebagai bahan tulangan pada bak penampungan air (reservoir), dengan tujuan memperoleh bahan tulangan alternatif yang kuat dan ekonomis untuk daerah pedesaan. Sedangkan sasaran yang ingin dicapai adalah tersedianya bahan tulangan alternatif dengan memanfaatkan bahan setempat yang memiliki sifat teknis yang baik dan mudah dilaksanakan oleh masyarakat setempat dalam upaya meningkatkan kemampuan masyarakat dalam pembuatan bak penampung untuk air hujan.

Produk/Keluaran

Produk dari kegiatan ini adalah karakteristik teknis dari bambu dan panel dinding untuk bak penampung air (reservoir) dengan bahan tulangan bambu yang aplikatif.

Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan pembuatan reservoir bambu semen guna membantu masyarakat dalam pembuatann bak penampung air hujan dengan memanfaatkan sumber daya setempat.

Lingkup kegiatan

Agar tercapainya tujuan dari penelitian ini perlu dilakukan pembatasan sebagai berikut :

- Melakukan kajian pustaka untuk mendapatkan data sekunder,
- Melakukan kajian lapangan untuk mendapatkan data primer,
- Melakukan pembuatan benda uji tulangan bambu, panel bambu semen dan pengujian di laboratorium.
- Melakukan analisis data pengujian fisik dan mekanik dari tulangan bambu dan panel bambu semen.

Persyaratan Bahan

Untuk mendapatkan hasil bak penampung yang baik (kuat, stabil dan kedap air) perlu diawali dengan penggunaan bahan yang baik sebagaimana diuraikan berikut.

a) Semen Portland

Semen sebagai bahan pengikat (*bonding materials*) dalam pembuatan beton, memegang peranan penting karena selain akan menentukan karakteristik beton yang dihasilkan juga dapat memberikan indikasi apakah beton cukup tahan terhadap lingkungan agresif, pengaruh cuaca, dan sebagainya. Untuk tujuan tersebut, maka semen Portland dibedakan atas 5 jenis selain juga terdapat produk semen lainnya seperti semen portland pozolan, semen Portland campur, semen alumina, dan lainnya. Masing-masing jenis semen tersebut memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda sehingga dalam penggunaannya perlu disesuaikan jenis konstruksi dan kondisi lingkungan dimana bangunan akan didirikan. Sebagai acuan dalam pengendalian mutu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dan standard lainnya yang berkaitan dengan semen portland seperti ;

- SNI No. 15-2049-2004 tentang semen Portland
- SNI No. 15-7064-2004 tentang semen Portland komposit
- ASTM C-150-95, BS-812-92 atau JIS R-5210 tentang Specification for Portland cement.

b) Agregat halus / pasir

Agregat halus dapat berupa pasir alami atau pasir buatan dari proses pemecahan batuan dengan kehalusan butir lolos saringan 4,8 (5,0) mm. Pasir harus memenuhi syarat SNI No. 03-1750 dengan bagian yang lolos saringan 0,3 mm tidak kurang dari 15 % agar dapat berfungsi dengan baik terhadap sifat workabilitas dan kepadatan adukan.

Agregat halus harus bersih dari kotoran organik dengan kandungan lumpur maksimum 5,0%, mempunyai gradasi yang baik, keras, kekal dan stabil.

Beberapa standar lainnya yang dapat digunakan sebagai acuan adalah ;

- ASTM C-33, tentang Specification for concrete aggregate
- JIS A-1102, tentang Specification for concrete aggregate
- BS-882, tentang Specification for concrete aggregate, dan
- Standar padanan lainnya.

c) Air

Air yang dimaksud disini adalah air sebagai bahan pembantu dalam konstruksi bangunan yang meliputi kegunaannya untuk pembuatan dan perawatan beton, pemadaman kapur, pembuatan adukan pasangan dan plesteran dan sebagainya.

Air harus memenuhi persyaratan SNI 03-6861 yang meliputi ;

- Air harus bersih, dengan pH antara 6 – 8,

- Tidak mengandung lumpur, minyak dan bahan terapung lainnya,
- Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 g/lit,
- Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton, seperti Cl⁻ maks. 500 ppm dan SO₄ maks. 1.000 ppm,
- Kuat tekan mortar dari air contoh minimum 90 % dari mortar dengan air suling,
- Khusus untuk beton pratekan, kadar Cl⁻ maksimum 50 ppm.
- Semua jenis air yang meragukan harus diperiksa di laboratorium.

d) Bahan tambahan

Bahan tambahan untuk beton dapat berupa bahan kimia pembantu (**chemical admixtures**) atau bahan mineral (**mineral admixtures**) yang dicampurkan kedalam adukan untuk memperoleh sifat-sifat khusus dari mortar seperti kemudahan pengerjaan, waktu pengikatan, pengurangan air pencampur, peningkatan keawetan dan sifat lainnya.

Bahan kimia pembantu

Bahan kimia pembantu dapat diklasifikasikan menjadi 7 jenis, yaitu ;

Jenis A: untuk mengurangi jumlah air yang dipakai,

Jenis B: untuk memperlambat proses pengerasan,

Jenis C: untuk mempercepat proses pengerasan,

Jenis D: gabungan dari jenis A dan B.

Jenis E: gabungan dari jenis A dan C.

Jenis F: untuk mengurangi jumlah air yang dipakai sebesar 12 % atau lebih,.

Jenis G: gabungan dari jenis B dan F.

Pemakaian bahan kimia pembantu harus hati-hati dan disesuaikan dengan kebutuhan yang cocok, agar tidak mengakibatkan kerusakan terhadap beton.

Beberapa standar yang digunakan sebagai acuan adalah ;

- ASTM C-494-92, BS.5075-1, JAAS.5.T-401, tentang Specification for chemical admixtures for concrete,
- ASTM C- 260-95, BS.5075-2, tentang Specification for air-entraining admixtures for concrete,
- BS 5075-3, tentang Specification for Super plasticizing admixture.

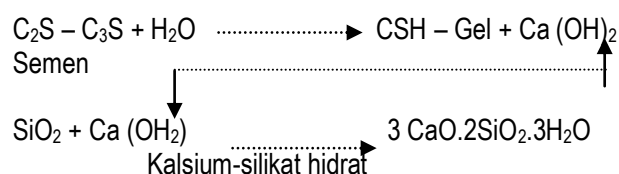
Bahan tambahan mineral (Mineral Admixtures)

Bahan tambahan mineral yang telah umum digunakan misalnya **Fly Ash** dan **Silica Fume**. Bahan ini berbentuk bubuk halus (powder) dengan kandungan utamanya adalah silika reaktif sehingga akan menangkap kapur bebas dalam adukan beton dan membentuk permukaan yang padat, kompak dan kedap air sehingga beton dengan tambahan bahan tersebut akan lebih awet karena susah ditembus oleh bahan perusak beton.

Silica fume merupakan produk sampingan dari suatu proses industri “Silikon Metal” sebagai hasil pembakaran Quartz (>99% SiO₂) dalam tungku listrik, dengan bahan pembantu **charcoal** berkualitas.

Bila ditambahkan dalam adukan beton bubuk tersebut akan tersebar dalam pori-pori beton membentuk struktur dalam beton menjadi padat, kompak sekaligus meningkatkan daya lekat antara pasta semen dengan agregat sehingga porositas beton menjadi kecil.

Reaksi **silica fume** dalam adukan beton dapat diilustrasikan sebagai sberikut ;



e) Kawat seng

Bahan ini digunakan sebagai stek yang dipasang pada sambungan antara dasar dan dinding bak penampung, bahan ini dipilih karena memiliki sifat yang elastis, mudah dibentuk, kekuatan tarik tinggi dan tahan terhadap korosi.

f) Kawat anyam

Kawat anyam digunakan untuk meningkatkan kekuatan lentur dan mengurangi retak-retak pada dinding akibat susut dan pengaruh lingkungan. Kawat anyam yang digunakan dalam penelitian ini berukuran diameter kawat 0,65 mm dan bentuk anyaman menyilang bersudut 45° dengan bentuk lilitan yang kontinyu dan lebar lubang anyaman 12 mm, sesuai ASTM A-185. Anyaman cukup kencang, tidak banyak sambungan, berpermukaan licin, tidak mengandung minyak dan korosi yang dapat mengurangi ikatan semen.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan membuat benda uji panel semen dengan tulangan bambu (bambu semen) dari berbagai proporsi dan ketebalan untuk pengujian kekuatan lentur, ketahanan pukul dan permeabilitasnya. Selanjutnya hasil tersebut dilakukan analisis dan dibandingkan dengan ferrocement sehingga akan diperoleh suatu nilai yang menunjukkan untuk komponen bambu semen yang memenuhi syarat sebagai bahan penampungan air (reservoir).

Bahan

Bahan bambu yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu bambu betung dan bambu tali yang diperoleh langsung dari pasar/tempat penjualan di sekitar Bandung, berbentuk batangan dan dilakukan persiapan (pemotongan, pembelahan, penyayatan, pengeringan dan pembentukan benda uji). Pasir dan semen didapatkan dari toko bahan bangunan setempat dan semen yang digunakan adalah semen Portland komposit (PCC).

Peralatan

Peralatan uji yang digunakan adalah mesin aduk (mixer), alat cetak mortar kubus, balok dan panel mortar serta alat cetak panel bambu semen, mesin uji UTM (Universal Testing Machine) kapasitas 100 ton dan alat uji permeabilitas serta alat bantu seperti jangka sorong, timbangan, meteran dan ruang perawatan benda uji.

Rancangan Percobaan

Pembuatan dan pengujian benda uji dimaksudkan untuk mengetahui mutu mortar dan panel bambu semen, yang meliputi uji kuat tekan, kuat lentur, permeabilitas dan ketahanan pukul dari panel, dengan berbagai proporsi campuran dan ketebalan panel seperti tabel 1 berikut :

Tabel 1 Rancangan komposisi campuran mortar dan ketebalan panel

Kode	Komposisi campuran			Ketebalan plaster (cm)	
	Semen	Pasir	Admixture ¹⁾	1 sisi	2 sisi
I-1	1	2	1,5 % berat semen	2,0	4,0
I-2				2,5	5,0
II-1	1	3	1,5 % berat semen	2,0	4,0
II-2				2,5	5,0

¹⁾ Admixture jenis CEBEX 031 untuk mortar kedap air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Mortar

Sebagai langkah awal dan untuk mengetahui mutu mortar yang digunakan untuk plesteran dinding bak bambu semen, maka dilakukan pengujian mortar yang terdiri dari kuat tekan, kuat lentur, dan kekedapan air (permeabilitas), hasil uji disajikan pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4 berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian kuat tekan mortar, umur 28 hari

No	Campuran PC : Pasir	Ukuran (mm)			Luas bid tekan (mm ²)	Beban (kN)	Kuat tekan (MPa)	
		P	L	T			Masing ²	Rata ²
1	1 : 2	51	50	50	2.550	78.075	30,6	30,1
2		52	51	52	2.652	78.100	29,5	
3		52	50	51	2.600	79.875	30,7	
4		51	50	52	2.550	76.050	29,8	
5		51	51	51	2.601	77.980	30,0	
6		52	50	51	2.600	78.100	30,0	
1	1 : 3	51	51	50	2.601	64.300	24,7	24,7
2		52	50	52	2.600	65.850	25,3	
3		52	50	51	2.600	63.750	24,5	
4		51	51	52	2.601	59.800	23,0	
5		51	51	51	2.601	63.400	24,4	
6		51	50	51	2.550	66.700	26,2	

Tabel 3. Hasil pengujian kuat lentur mortar, umur 28 hari

No	Campuran PC : Pasir	Ukuran (mm)			Berat (gr)	Kuat lentur (MPa)	
		P	L	T		Masing ²	Rata ²
1	1 : 2	160	40	40	527,6	3,5	3,5
2		160	40	40	523,4	3,4	
3		160	40	40	520,8	3,6	
4		160	40	40	518,9	3,7	
5		160	40	40	526,2	3,8	
6		160	40	40	517,9	3,4	
1	1 : 3	160	40	40	502,8	2,2	2,2
2		160	40	40	504,7	2,3	
3		160	40	40	503,5	2,1	
4		160	40	40	508,7	2,0	
5		160	40	40	512,2	2,4	
6		160	40	40	510,6	2,2	

Tabel 4. Hasil pengujian permeabilitas mortar, umur 28 hari

No	Campuran PC : Pasir	Tekanan (atm)	Jumlah air yg terserap (ml)			Bagian yg lembab (%)	Keterangan
			1 jam	3 jam	24 jam		
1	1 : 2	3	6	12	25	20	Kedap
2		3	7	13	27	22	(tdk rembes)
3		7	10	20	50	40	Kedap
4		7	9	19	48	38	(tdk rembes)
1	1 : 3	3	11	30	68	52	Kedap
2		3	10	29	64	48	(tdk rembes)
3		7	15	41	82	65	Kedap
4		7	17	54	85	68	(tdk rembes)

Mortar dengan campuran 1 semen : 2 pasir dan 1 semen : 3 pasir memiliki kekuatan tekan yang cukup untuk digunakan sebagai bahan adukan/plester dalam pembuatan dinding reservoir, sedangkan kekuatan lenturnya hanya mencapai sekitar 11 % dari kuat tekan. Namun demikian masih dapat memenuhi untuk bahan plester karena dalam aplikasinya tegangan lentur tersebut akan ditahan oleh tulangan dinding. Hal yang sangat penting adalah bahwa mortar tersebut memiliki sifat kedap air yang baik sehingga tidak akan rembes atau bocor saat digunakan dalam pembuatan bak penampung (reservoir). Dengan nilai kekuatan dan kedap air tersebut menunjukkan bahwa campuran 1 semen : 2 pasir dapat memenuhi sebagai bahan plester, tetapi dalam praktek harus diperhatikan dalam teknik plesteran dan perawatan selama proses pengerasan agar tidak terjadi retak-retak yang dapat mengurangi kekuatan dan kedapannya.

Pengujian bambu

Sebagai bahan utama untuk penulangan bak bambu semen dan sesuai fungsi dalam struktur, maka perlu diketahui kekuatan yang dimiliki dari bambu tersebut terutama kekuatan tarikannya. Hasil uji kuat tarik bambu betung dan bambu tali disajikan dalam Tabel 5 dan Tabel 6 berikut:

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tarik bambu betung

No	Ukuran (mm)		Berat (gr)	Luas bid tarik (mm ²)	Beban (kN)	Kuat tarik (MPa)	
	P	Ø				Masing ²	Rata ²
1	600	10	72,5	78,50	13,210	168,2	167,5
2	600	10	71,9	78,50	12,930	164,8	
3	600	10	73,1	78,50	13,510	172,1	
4	600	10	72,3	78,50	12,450	158,6	
5	600	10	71,8	78,50	13,200	168,2	
6	600	10	72,7	78,50	13,590	173,1	

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tarik bambu tali

No	Ukuran (mm)		Berat (gr)	Luas bid tarik (mm ²)	Beban (kN)	Kuat tarik (MPa)	
	P	Ø				Masing ²	Rata ²
1	600	6	46,1	26,26	4,790	182,5	183,5
2	600	6	45,6	26,26	4,850	184,6	
3	600	6	44,8	26,26	4,750	180,8	
4	600	6	43,9	26,26	4,920	187,5	
5	600	6	45,4	26,26	4,785	182,2	
6	600	6	43,8	26,26	4,815	183,4	

Kuat tarik bambu tali dapat mencapai 183,5 MPa, sedangkan bambu betung sedikit lebih rendah yaitu sebesar 167,5 MPa. Namun demikian kedua jenis bambu tersebut dapat digunakan sebagai bahan tulangan dalam pembuatan bak bambu semen, karena tegangan tarik yang terjadi pada dinding jauh lebih kecil dari kekuatan bambu sehingga konstruksi cukup aman terhadap gaya tekan, lentur dan tarik.

Tabel 7. Hasil pengujian kuat lekat antara bambu betung dan mortar

No	Ukuran (mm)		Berat, silinder 20 x 10 cm & tulangan (gr)	Luas bid lekat (mm ²)	Beban (kN)	Kuat lekat (MPa)	
	P	Ø				Masing ²	Rata ²
1	200	10	3,020	6.280	8,100	1,29	1,29
2	200	10	2.998	6.280	7,960	1,27	
3	200	10	3.112	6.280	8,250	1,31	
4	200	10	3.070	6.280	8,160	1,30	
5	200	10	2.995	6.280	8,200	1,31	
6	200	10	3.110	6.280	7,900	1,26	

Kuat lekat antara bambu betung dan mortar hanya mencapai 1,29 MPa, nilai tersebut tidak mencukupi untuk menahan gaya tarik akibat tekanan air didalamnya sehingga diperlukan perkuatan atau penambahan

panjang penyaluran agar bak air tersebut lebih stabil. Peningkatan kekuatan lekat dapat dengan memberikan takikan pada ujung tulangan sepanjang kira² 20 cm atau dengan memberikan bahan epoxy resin dan ditaburi pasir halus sehingga permukaannya menjadi kasar. Dengan permukaan yang kasar, akan meningkatkan kekuatan lekat secara mekanis.

Tabel 8. Hasil pengujian kuat lekat antara bambu tali dan mortar

No	Ukuran (mm)		Berat, silinder 20 x 10 cm & tulangan (gr)	Luas bid lekat (mm ²)	Beban (kN)	Kuat lekat (MPa)	
	P	Ø				Masing ²	Rata ²
1	200	6	3.126	3.768	5,200	1,38	1,38
2	200	6	3.118	3.768	5,420	1,44	
3	200	6	3.122	3.768	4,980	1,32	
4	200	6	3.116	3.768	5,100	1,35	
5	200	6	3.124	3.768	5,250	1,39	
6	200	6	3.210	3.768	5,160	1,37	

Demikian pula dengan kuat lekat antara bambu tali dan mortar walau sedikit lebih tinggi dari bambu betung, tetapi dengan kuat lekat yang hanya mencapai 1,38 MPa, tersebut belum mencukupi untuk menahan gaya tarik akibat tekanan air didalam bak. Seperti pada tulangan bambu betung, sebaiknya juga diberikan takikan pada ujung tulangan sepanjang kira² 20 cm atau dengan memberikan bahan epoxy resin dan ditaburi pasir halus sehingga permukaannya menjadi kasar dan kekuatan lekat menjadi lebih tinggi.

Tabel 9. Hasil pengujian kuat lekat antara bambu betung dan mortar dengan lapisan epoxy resin

No	Ukuran (mm)		Berat, silinder 20 x 10 cm & tulangan (gr)	Luas bid lekat (mm ²)	Beban (kN)	Kuat lekat (MPa)	
	P	Ø				Masing ²	Rata ²
1	200	10	3,112	6.280	14.950	2,38	2,41
2	200	10	3.130	6.280	15.130	2,41	
3	200	10	3.108	6.280	15.320	2,44	
4	200	10	3.102	6.280	14.960	2,38	
5	200	10	3.124	6.280	15.270	2,43	
6	200	10	3.102	6.280	15.180	2,42	

Kuat lekat antara bambu betung dan mortar setelah diberi lapisan epoxy resin dan serbuk pasir pada permukaan tulangan dapat meningkat hampir 2 kali, yaitu sebesar 2,41 MPa dari sebelumnya 1,29 MPa. Walau nilai tersebut masih dibawah kuat lekat baja tulangan, namun sudah cukup aman untuk menahan gaya tarik yang terjadi pada dinding bak penampung air.

Pengujian kawat seng

Karena dalam pembuatan bak penampung bambu semen ini juga menggunakan kawat seng sebagai penguat sambungan antara lapis dasar dan dinding atau yang umum disebut stek, maka perlu diketahui kekuatannya. Hasil uji kuat tarik kawat seng disajikan dalam Tabel 10:

Tabel 10. Hasil pengujian kuat tarik kawat seng

No	Ukuran (mm)		Berat (gr)	Luas bid tarik (mm ²)	Beban (Kn)	Kuat tarik (MPa)	
	P	Ø				Masing ²	Rata ²
1	310,0	5,0	49,0	19,625	11.050	563,6	563,8
2	319,0	5,0	50,7	19,625	11.060	563,6	
3	315,0	5,0	50,6	19,625	11.030	562,0	
4	320,0	5,0	52,0	19,625	11.100	565,6	
5	314,0	5,0	50,2	19,625	11.040	562,6	
6	313,0	5,0	49,6	19,625	11.100	565,6	

Kuat tarik kawat seng sangat tinggi yaitu sebesar 564,8 MPa, kekuatan tersebut termasuk dalam kelas BJTP 50 dan melebihi baja tulangan polos pada umumnya sehingga sangat aman bila digunakan untuk stek antara dasar dan dinding reservoir.

Pengujian panel bambu semen

Pembuatan panel bambu semen dirancang dengan beberapa variasi campuran dan ketebalan yaitu campuran mortar 1 semen : 2 pasir dan 1 semen : 3 pasir dengan ketebalan plaster 2 cm, sehingga tebal panel 2 sisi berikut tulangan menjadi 5 cm. Hasil pengujian panel bambu semen disajikan dalam Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil pengujian kuat lentur panel bambu semen

No	Campuran PC : Pasir	Ukuran (mm)			Berat (gr)	Beban (kN)	Kuat lentur (MPa)	
		P	L	T			Masing ²	Rata ²
1	1 : 2	1200	600	50	66.700	3.400	4,08	4,15
2		1200	600	50	67.200	3.450	4,14	
3		1200	600	50	66.960	3.380	4,06	
4		1200	600	50	67.060	3.500	4,20	
5		1200	600	50	66.820	3.420	4,10	
6		1200	600	50	67.040	3.600	4,32	
1	1 : 3	1200	600	50	66.200	3.260	3,91	3,82
2		1200	600	50	65.960	3.300	3,96	
3		1200	600	50	66.410	3.180	3,82	
4		1200	600	50	66.320	3.090	3,71	
5		1200	600	50	65.980	3.140	3,77	
6		1200	600	50	65.970	3.120	3,74	

Dari hasil pengujian kuat lentur panel bambu semen dengan 2 (dua) variabel campuran diperoleh data yaitu untuk campuran mortar 1 semen : 2 pasir diperoleh hasil sebesar 4,15 MPa dan campuran 1 semen : 3 pasir sebesar 3,82 MPa. Dari hasil tersebut terlihat bahwa proporsi campuran tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kuat lentur, tetapi yang menjadi pertimbangan adalah kekedapannya. Berdasarkan hasil tersebut, maka bila digunakan sebagai bahan dinding reservoir dengan tinggi 120 cm, kedua campuran cukup aman karena besarnya tekanan pada segmen dinding adalah sebesar 720 kN, sedangkan beban yang dapat diterima adalah 3.400 kN.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Bambu dapat digunakan sebagai bahan tulangan dalam pembuatan bak penampung air hujan (reservoir bambu semen) dengan kapasitas maksimum 10 M3, karena memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi dan dapat dianyam dengan sistem spiral;
- Karena kekuatan lekat antara bambu dan mortar sangat kecil, maka perlu ditingkatkan dengan memberikan lapisan epoxy resin dan ditaburi pasir halus pada ujung tulangan;
- Dengan memberikan lapisan epoxy resin dan pasir, kekuatan lekat dapat meningkat hampir 100 % yaitu dari 1,29 MPa menjadi 2,41 MPa;
- Hasil pengujian dari bahan baku yang digunakan seperti pasir, bambu, kawat seng dan mortar dari berbagai variasi campuran cukup baik dan memenuhi syarat;
- Pengujian kuat lentur panel dengan tulangan bambu (panel bambu semen) diperoleh data untuk campuran 1 semen : 2 pasir sebesar 4,15 MPa dan campuran 1 semen : 3 pasir sebesar 3,82 MPa;
- Dari hasil tersebut, maka bila digunakan sebagai bahan dinding reservoir dengan tinggi 120 cm, cukup memenuhi syarat kekuatan karena besarnya tekanan pada segmen dinding tersebut dengan berat jenis air 1 kg/ltr, adalah sebesar 720 kN, sedangkan beban yang dapat diterima adalah 3.400 kN.

Saran

- Dalam pengembangan penggunaan bambu sebagai tulangan bak penampung air (reservoir bambu semen) perlu diperhatikan teknik pembuatan tulangan, pengeringan dan pemberian lapis pelindung pada bambu agar tidak menyerap air dan mengembang serta memperkuat kuat lekatnya;
- Untuk tujuan tersebut diperlukan pembinaan / bimbingan teknis kepada masyarakat yang akan mengembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Artiningsih, Ayu, (2012), *"Pemanfaatan Bambu pada Konstruksi Bangunan Berdampak Positif bagi Lingkungan"*, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang
- Andriati A.H, (2013), *"Utilization of Bamboo as Reinforcement in Plastered Bamboo Mat Panel"*, Research Institute for Human Settlements, Bandung;
- Bhalla, S., Gupta, S., Sudhakar, P., Sures, R., (2008), *"Bamboo as Green Alternative to Concrete and Steel for Modern Structures"*, The International Congress of Environmental Research, Goa, 18-20 December 2008;
- Hidalgo, O., (1995), *"Study of Mechanical Properties of Bamboo and its Use as Concrete Reinforcement : Problems and Solutions"* the 4th International Bamboo Congress, Bali;
- Morisco and Mardjono, F., (1995), *"Strength of Filled Bamboo Joint"* Proceedings of the Vth International Bamboo Workshop and the IVth International Bamboo Congress, Bali;
- Paudel, S.K., (2008) *"Engineered Bamboo as a Building Materials"* In Xiao, Y., Inoue, M., Paudel, S.K., ed., *Modern Bamboo Structures*, ed., Proceeding of first International Conference, Changsha;
- Purwito, (1995), *"The Application of Bamboo for Earthquake-Resistant Houses"* Proceeding of the Vth International Bamboo Congress, Bali;
- Sukawi (2009), *"Pemberdayaan Bambu sebagai Bahan Bangunan Perumahan yang Ekologis"*, Universitas Diponegoro, Semarang;
- Attmann, Osman , [2010], *"Green Architecture, Advanced Technologies and Material"*, Mc Graw Hill, New York.
- Benton, L. and Rennie, J., [2008], *"Cities and Nature"*, Routledge Taylor & Francis Group, London & New York.
- Baker, Susan , [2006], *Sustainable Development*, Routledge Taylor & Francis Group, London & New York,
- Kibert C.J., [2008], *Sustainable Construction, Green Building Design and Delivery*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey,
- Turner, John F.C, *"Housing By People"* (1980), Toward Autonomy in Building Environments, London,
- Pamekas, R, (2002) *"Produk Teknologi Terapan Bidang Perumahan dan Permukiman"* , Makalah dalam Seminar Pengenalan dan Pemanfaatan Teknologi Bahan Bangunan, Surabaya,
- Anonymous, (1984) *"Building Materials from Agro-Residues"*, Manila;
- Sumber: <http://akuinginhijau.wordpress.com/2007/05/14/apalagi-solusi-banjir-kita-bikin-sendiri-tong-penangkap-air-hujan/#more-93>, 14 Mei, 2007
- Wikipedia-Indonesia:
- <http://www.bambooweb.info>
 - http://www.dephut.go.id/INFORMASI/litbang/teliti/l_bambu.htm
 - <http://www.antaraneews.com/berita/1294915850/37-jenis-bambu-di-jabar-hampir-punah>
 - <http://www.sahabatbambu.com/>
 - *DIY tank & reservoirs*,
- Sumber: <http://ferosz.wordpress.com/2008/08/27/air-hujan-kolam-dan-ikan-hias/>
- Andriati A.H, (2001), *"Berbagai Metode Pengawetan bambu"*, Jurnal penelitian Permukiman, Vol. 17 No. 2 Tahun 2001, Bandung;

JENIS KOMODITI DAN ANALISIS NILAI EKONOMI PRODUK AGROFORESTRI DI DESA SOSOR DOLOK, KECAMATAN HARIAN KABUPATEN SAMOSIR

Siti Latifah ¹⁾, Maryani Cyccu Tobing ²⁾, Tri Martial ³⁾ Irvan Efendi Naibaho¹⁾

Fakultas Kehutanan USU¹⁾, PS Agroekoteknologi Fak.Pertanian USU²⁾,
PS. Agribisnis Fak Pertanian UISU³⁾
Telp : 061-822605 E-mail : sitilatifah164@yahoo.co.id

ABSTRAK

Agroforestri sebagai suatu system penggunaan lahan yang bertujuan untuk mempertahankan atau meningkatkan hasil total secara lestari, dengan cara mengkombinasikan tanaman pangan/pakan ternak dengan tanaman pohon pada sebidang lahan yang sama, baik secara bersamaan atau secara bergantian, dengan menggunakan praktek-praktek pengolahan yang sesuai dengan kondisi ekologi, ekonomi, sosial dan budaya setempat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis komoditi dan menganalisis nilai ekonomi dari pengelolaan lahan pertanian dengan sistem agroforestri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komoditi hasil agroforestri yang memberikan nilai ekonomi tertinggi adalah tanaman kopi yaitu sebesar 391.500.000 rupiah/tahun dan komoditi hasil agroforestri yang memberikan nilai ekonomi terendah adalah petai yaitu sebesar 1.000.000 rupiah/tahun. Dengan adanya Agroforestry diharapkan dapat membantu mengoptimalkan hasil suatu bentuk penggunaan lahan secara berkelanjutan guna menjamin dan memperbaiki kebutuhan hidup masyarakat.

Kata kunci: agroforestri, nilai ekonomi, komoditi, pendapatan, petani

PENDAHULUAN

Agroforestri adalah suatu sistem penggunaan lahan yang bertujuan untuk mempertahankan atau meningkatkan hasil total secara lestari, dengan cara mengkombinasikan tanaman pangan/pakan ternak dengan tanaman pohon pada sebidang lahan yang sama, baik secara bersamaan atau secara bergantian, dengan menggunakan praktek-praktek pengolahan yang sesuai dengan kondisi ekologi, ekonomi, sosial dan budaya setempat.

Salah satu daerah di Kabupaten Samosir yang sebagian besar sistem pertaniannya menerapkan system agroforestri adalah masyarakat desa Sosor Dolok Kecamatan Harian. Tanaman pada lahan pertaniannya antara lain : kemiri, pinang, kopi, kakao, dan mangga sebagai tanaman utamanya. Tanaman-tanaman ini dapat tumbuh dengan baik bersama tanaman semusim seperti : bawang, jagung, ubi, cabai, kacang-kacangan, dan beberapa jenis tanaman sayur lainnya.

Dilihat dari segi sosial-budayanya, model pertanian agroforestri di Sosor Dolok sebagian besar mengikuti pola tradisional. Alasan para petani menerapkan pola agroforestri tersebut karena sudah menjadi budaya lokal yang turun temurun dari nenek moyang terdahulu. Praktek agroforestri tradisional berawal dari tanaman yang tumbuh spontan dari biji-biji yang dibuang dilahan pertanian atau mempertahankan dan memelihara pohon-pohon permudaan yang sudah ada kemudian dikembangkan dengan pembudidayaan tanaman dan berlangsung secara terus- menerus.

Agroforestri tradisional yang berkembang dari kebudayaan lokal ini memiliki peran penting sebagai sumber pendapatan rumah tangga di Desa Sosor Dolok. Berdasarkan sumber data dari Badan Pusat Statistik daerah Kecamatan Harian (2011) mengatakan bahwa hasil survei sosial ekonomi nasional (susenas) tahun 2006-2010 rata-rata pengeluaran nominal per kapita penduduk di kabupaten samosir mengalami peningkatan dari Rp 231.885,- per bulan menjadi Rp 410.298 ,- per bulan. Pendapatan merupakan indikator ekonomi petani karena besarnya pendapatan akan menentukan pemenuhan kebutuhan hidupnya. Agroforestri mempunyai peluang yang baik untuk menunjang perekonomian rumah tangga masyarakat di daerah Sosor Dolok, Kecamatan Harian. Pemahaman masyarakat terhadap pola agroforestri masih sangat terbatas. Masyarakat (petani) masih sangat bergantung pada hasil pertanian (dalam sistem agroforestri), namun

masyarakat belum mengetahui sejauh mana hasil produksi agroforestri memberikan kontribusi terhadap pendapatan rumah tangga. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang jenis-jenis produk dan nilai ekonomi produk agroforestri.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sosor Dolok, Kecamatan Harian, kabupaten Samosir, Provinsi Sumatera Utara yang dimulai dari bulan juni sampai Juli 2014. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer berupa karakteristik responden (pendidikan, pekerjaan, sosial ekonomi), jenis-jenis dan jumlah tanaman yang ditanam dalam praktek agroforestri serta komponen-komponen biaya dalam agroforestri dan data sekunder berupa peta kawasan. Penentuan jumlah responden dilakukan dengan metode sensus yaitu seluruh petani berjumlah 25 KK yang memiliki lahan agroforestri di Desa Sosor Dolok.

Data diperoleh dari hasil pengamatan lapangan melalui wawancara dan kuisisioner kemudian dianalisis secara kuantitatif. Nilai produk agroforestri untuk setiap jenis per tahun yang diperoleh masyarakat(petani) dihitung dengan cara sbb:

1. Harga barang hasil hutan (manfaat langsung/*tangible*) yang diperoleh dianalisis dengan metode pendekatan pasar (jika sudah diketahui harga pasarnya).
2. Menghitung nilai rata-rata jumlah barang yang diambil per responden per jenis. Dengan formulasi sebagai berikut :

$$X = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

X = rata-rata jumlah barang yang diambil (RJ)

X₁ = jumlah barang yang diambil responden

n = jumlah pengambil per jenis barang

3. Menghitung total pengambilan per unit barang per tahun. Diformulasikan dengan :

$$TP = RJ \times FP \times JP$$

TP = total pengambilan per tahun

RJ = rata-rata jumlah yang diambil

FP = frekuensi pengambilan

JP = jumlah pengambilan

4. Menghitung nilai ekonomi produk agroforestri per jenis barang per tahun, diformulasikan dengan :

$$NH = TP \times HH$$

NH = nilai produk agroforestri per jenis

TP = total pengambilan (unit/ tahun)

HH = harga produk agroforestri

5. Menghitung persentase nilai ekonomi dengan cara :

$$\%NE = \frac{NE_i}{\sum NE} \times 100\%$$

%NE = persentase nilai ekonomi

NE_i = nilai ekonomi produk agroforestri per jenis

$\sum NE$ = jumlah total nilai ekonomi dari seluruh produk agroforestri

6. Menghitung pendapatan dari agroforestri, dari luar agroforestri dan pendapatan total.
 - a. Pendapatan dari praktek agroforestri = jumlah nilai ekonomi dari seluruh jenis produk agroforestri
 - b. Pendapatan luar agroforestri = pendapatan total diluar agroforestri
 - c. Pendapatan total = jumlah pendapatan dari agroforestri dan luar agroforestri

Dengan demikian tingkat kontribusi dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kontribusi} = \frac{\text{Pendapatan dari Agroforestri}}{\text{Pendapatan Total}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-Jenis Komoditi Agroforestri Di Desa Sosor Dolok

Produk-produk agroforestri yang dimanfaatkan masyarakat di Desa Sosor Dolok dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sehari-hari dan dijual untuk menambah penghasilan rumah tangga. Jenis-jenis produk agroforestri yang dimanfaatkan oleh petani Desa Sosor Dolok dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis produk agroforestri di Desa Sosor Dolok

No	Produk Agroforestri	Bagian yang Dimanfaatkan
1	Alpukat (<i>Persea americana</i>)	Buah
2	Aren (<i>Arenga pinnata</i>)	Nira
3	Bawang (<i>Allium cepa</i> . L)	Umbi
4	Cabai (<i>Capsicum annuum</i>)	Buah
5	Cokelat (<i>Cacao Sp</i>)	Buah
6	Jahe (<i>Zingiber officinale</i>)	Rimpang
7	Jagung (<i>Zea mays</i>)	Buah
8	Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	Buah
9	Kemiri(<i>Aleuritesmoluccana</i>)	Biji
10	Kopi (<i>Coffea spp</i>)	Biji
11	Mangga (<i>Mangifera indica</i>)	Buah
12	Nangka (<i>Artocarpus heterophyllus</i>)	Buah
13	Petai (<i>Parkia speciosa</i>)	Buah
14	Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>)	Buah
15	Rias (<i>Etilingera elatior</i>)	Batang
16	Sirih (<i>Piper betle</i>)	Daun
17	Terong Belanda (<i>Cyphomandra betaceae</i>)	Buah
18	Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Buah
19	Ubi kayu (<i>Manihot utilisima</i>)	Umbi
20	Ternak	Daging

Berdasarkan hasil survey lapangan di Desa Sosor Dolok tersebut terdapat 20 jenis produk agroforestri yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Produk agroforestri yang paling banyak ditanam masyarakat adalah tanaman kopi. Hal ini dikarenakan tanaman kopi dapat tumbuh lebih baik dari tanaman lain serta memiliki nilai komersil yang tinggi dan memiliki waktu produksi yang lama. Sementara jenis tanaman yang paling sedikit dimanfaatkan oleh masyarakat adalah petai. Hal ini dikarenakan petai membutuhkan waktu yang sangat lama untuk berproduksi dan musim berbuah hanya sekali setahun serta peminat buah petai yang sangat minim sehingga membuat petani kurang tertarik untuk menanam tanaman tersebut.

Dalam pola agroforestri terdapat perbedaan produk agroforestri yang ditanam disetiap polanya. Jenis produk agroforestri yang ditanam dalam berbagai pola agroforestri diantaranya dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

Kopi merupakan tanaman inti dilahan agroforestri Desa Sosor Dolok. Kopi di Desa Sosor Dolok dapat berproduksi dengan baik hanya dua kali dalam setahun yaitu antara bulan april dan oktober atau biasa disebut panen raya. Namun jika panen besar dapat dilakukan sekali seminggu. Buah kopi yang dipetik oleh petani rata-rata sekitar 5 kaleng/ bulannya. Bagian yang dimanfaatkan adalah biji yang sudah ranum dengan ciri-ciri berwarna merah dan kemudian digiling lalu dijemur. Biji kopi biasanya dijual ke agen yang datang kerumah maupun langsung kepasar dengan selang waktu sekali seminggu. Biji kopi dijual dengan harga rata-rata Rp 250.000,- per kalengnya. Berdasarkan hasil penelitian, masyarakat menanam kopi dikarenakan selain dapat menambah penghasilan yang rutin setiap minggunya dapat juga menjaga lahan dari kelongsoran yang kerap terjadi di desa tersebut. Selain bermanfaat dari segi ekonomi, kopi juga bermanfaat dari segi ekologiannya dimana kulit buah kopi hasil penggilingan dapat dijadikan kompos untuk memperbaiki kondisi tanah disana.



Gambar 1. Agroforestri Tanaman Kopi dan Pisang diantara Pinus



Gambar 2. Agroforestri tanaman kemiri dan coklat

Nilai Ekonomi Produk Agroforestri

Sumberdaya hutan khususnya pada pola agroforestri mempunyai nilai sumberdaya yang sangat tinggi. Untuk menghitung nilai ekonomi produk agroforestri dilakukan pengamatan dilapangan melalui wawancara dan kuisioner kemudian dianalisis secara kuantitatif. Nilai ekonomi jenis-jenis produk agroforestri diperoleh dari perkalian antara total pengambilan per unit per tahun dengan harga hasil hutan per unit per jenis barang per tahun. Berdasarkan hasil penelitian, beberapa jenis produk agroforestri menghasilkan produk yang dapat dikonsumsi langsung oleh masyarakat. Sejalan dengan itu, Nurfatriani (2006) mengatakan bahwa nilai sumberdaya hutan sendiri bersumber dari berbagai manfaat yang diperoleh masyarakat. Masyarakat yang menerima manfaat secara langsung akan memiliki persepsi yang positif terhadap nilai sumberdaya hutan yang ditunjukkan dengan tingginya nilai sumberdaya hutan tersebut. Nilai ekonomi produk Agroforestri dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai ekonomi produk Agroforestri

No	Produk Agroforestri	Satuan	TP	Harga	NE (Rp/Thn)	%NE
1	Alpukat	Kg	1.735	Rp 7.000	Rp 12.145.000	2,11
2	Aren	Liter	9.000	Rp 5.000	Rp 45.000.000	7,80
3	Bawang	Liter	352	Rp 20.000	Rp 7.040.000	1,22
4	Cabai	Kg	1.155	Rp 15.000	Rp 17.325.000	3,01
5	Cokelat	Kg	600	Rp 20.000	Rp 12.000.000	2,08
6	Jahe	Kg	700	Rp 5.000	Rp 3.500.000	0,61
7	Jagung	Kg	390	Rp 20.000	Rp 7.800.000	1,35
8	Kelapa	Buah	620	Rp 3.000	Rp 1.860.000	0,32
9	Kemiri	Kg	1.204	Rp 7.500	Rp 9.030.000	1,57
10	Kopi	Klng	1.566	Rp 250.000	Rp 391.500.000	67,89
11	Mangga	Kg	250	Rp 15.000	Rp 3.750.000	0,65
12	Nangka	Buah	55	Rp 20.000	Rp 1.100.000	0,19
13	Petai	lkat	100	Rp 10.000	Rp 1.000.000	0,17
14	Pisang	Tandan	143	Rp 80.000	Rp 11.440.000	1,98
15	Rias	lkat	1.080	Rp 2.000	Rp 2.160.000	0,37
16	Sirih	lkat	300	Rp 5.000	Rp 1.500.000	0,26
17	Terong Belanda	Kg	292	Rp 7.000	Rp 2.044.000	0,35
18	Tomat	Kg	2.240	Rp 6.000	Rp 13.440.000	2,33
19	Ubi kayu	Kg	4.700	Rp 1.500	Rp 7.050.000	1,22
20	Ternak					
	- Babi	Kg	600	Rp 25.000	Rp 15.000.000	2,60
	-Ayam kampung	Ekor	110	Rp 100.000	Rp 11.000.000	1,91
TOTAL					Rp 576.684.000	100



Gambar 3. Tanaman kopi di Desa Sosor Dolok

Berdasarkan Tabel 2 tersebut dapat dikatakan bahwa komoditi hasil agroforestri yang memberikan nilai ekonomi tertinggi adalah tanaman kopi yaitu sebesar 391.500.000 rupiah/tahun sedangkan komoditi hasil agroforestri yang memberikan nilai ekonomi terendah adalah petai yaitu sebesar 1.000.000 rupiah/tahun. Pendapatan merupakan indikator ekonomi petani karena besarnya pendapatan akan menentukan pemenuhan kebutuhan hidupnya (Gautama, 2007). Petani umumnya lebih tertarik melakukan kegiatan yang mampu memberikan pendapatan yang sesuai dan lebih menguntungkan. Pendapatan dari sistem agroforestri umumnya memberikan nilai yang beragam sesuai dengan luasan lahan yang dikelola dan kesesuaian lahan terhadap jenis komoditinya.

KESIMPULAN

Nilai ekonomi tertinggi produk agroforestri adalah tanaman kopi sedangkan komoditi hasil agroforestri yang memberikan nilai ekonomi terendah adalah petai. Sistem agroforestri pada suatu bentang lahan dapat dikatakan menguntungkan apabila dapat menghasilkan tingkat output yang lebih banyak dengan menggunakan jumlah input yang sama, atau membutuhkan jumlah input yang lebih rendah untuk menghasilkan tingkat output yang sama. Kondisi ini dapat dicapai apabila ada interaksi antar komponen yang saling menguntungkan baik dari segi biofisik, maupun ekonomi

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, O dan P. Patana. 2002. Penelitian : Perhitungan Nilai Ekonomi Pemanfaatan Hasil Hutan Non Kayu Non-Marketable oleh Masyarakat Desa Sekitar Hutan. Penelitian. USU. Medan
- Agrawal, A. 2001. Common Property Institution and Sustainable Governance of Resources. *World Development* Vol. 29 No. 10. pp. 1649-1672. Published by Elsevier Science Ltd. www.elsevier.com/located/worlddev
- Budidarsono, S. 2001. Analisis Nilai Ekonomi Wanatani Di Nusa Tenggara. Prosiding Lokakarya Wanatani se-Nusa Tenggara. Denpasar. Bali
- Gautama, I. 2007. Studi Sosial Ekonomi Masyarakat pada Sistem Agroforestri di Desa Lasiwala Kabupaten Sidrap. *Jurnal Hutan Masyarakat*, Vol 2 No. 3 hal. 319-328
- Hairiah, K, M.A. Sardjono dan S. Sabarnurdin. 2003. Pengantar Agroforestri. *Bahan Ajar Agroforestri 1*. World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor Indonesia. www.icraf.cgiar.org/sea
- Irwanto. 2007. Kajian Tumpangsari di Lahan Kayu Putih Terhadap Keberlanjutan Kegiatan Konservasi di Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku. Tesis. IPB. Bogor.
- Iwan, S 2013. Agroforestri di Katingan
- J. Ruijter dan F. Agus . 2004). Sistem Agroforestri. <http://www.worldagroforestry.org>

- Latifah, Siti., M.C. Tobing , T. Martial, I.E Naibaho. 2014. Jenis Komoditi dan Analisis Nilai Ekonomi Produk Agroforestri di Desa Sosor Dolok, Kecamatan Harian Kabupaten Samosir. Prosiding Mapeci (in press). Medan.
- MacDicken dan Vergera. 1990. *The Clasification of Agroforestri*. . In MacDicken dan N.T. Vergera (eds). 1990. *Agroforestry: Classification and Management*. Jhon Wiley and Sons, N.Y
- Marsono, D. 1996. Konsep, Penerapan dan Prospek Agroforestri. *Makalah* Diskusi Agroekologi, Pusat Agroekologi Instiper Yogyakarta
- Martial, T. 2010. Penataan Kelembagaan Pengusaaan Tanah dan Pohon dalam Sistem Agroforestri di Sumatera Barat. Disertasi Universitas Andalas, Padang. Sumatera Barat.
- Mustofa Agung Sardjono, Tony Djogo, Hadi Susilo Arifin dan Nurheni Wijayanto. 2003. Klasifikasi dan Pola Kombinasi Komponen Agroforestri. ICRAF. Bogor
- Rencana Pembangunan Jangka Menengah tahun 2008-2013 Desa Sosor Dolok. Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir. Lampiran Peraturan Desa Sosor Dolok.
- Sardjono, A. S., T. Djogo, H. S. Arifin dan N. Wijayanto. 2003. Klasifikasi dan Pola Kombinasi Komponen Agroforestri. ICRAF. Bogor.
- Syahyuti. 2006. Nilai-nilai Kearifan pada Konsep Penguasaan Tanah Menurut Hukum Adat di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. Volume 24 No.1 Juli 2006: 14-17

ORAL PRESENTATION

MORFOLOGI SERAT DAN SIFAT FISIS-KIMIA KAYU SESENDOK SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU PULP

Dodi Frianto dan Ahmad Rojidin

Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan
Jl. Raya Bangkinang-kuok km. 9 Po. Box 4/BKN Bangkinang 28401
Telp: 0762-7000666/7000121, Fax : 0762-21370 email : bptsth@balithut-kuok.org

ABSTRAK

Terjadinya penurunan produktifitas kayu eksotik yang selama ini menjadi bahan baku utama pulp, memicu pemikiran untuk menggali potensi jenis kayu lokal sebagai alternatif bahan baku pulp. Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi serat dan turunannya, sifat kimia kayu serta kualitas pulp dari jenis kayu lokal, Sesendok (*Endospermum diadenum*). Pengamatan dimensi serat dilakukan dengan menggunakan mikroskop, sedangkan pulp diolah melalui proses kraft. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Hasil pengamatan menunjukkan kayu sesendok memiliki serat dengan dimensi: panjang 2.123,75 mm, diameter 52,14 μ , tebal dinding 2,54 μ , diameter lumen 47,06 μ . Nilai *Runkel ratio* 0,11, *Felting Power* 40,52, *Muhlsteph ratio* 19,37, *Rigidity Coefficient* 0,05, *Flexibility ratio* 0,90. Kayu sesendok memiliki kandungan selulosa 52,01%, lignin 32,28%, dan zat ekstraktif 4,75 %, dengan berat Jenis 0,42. Pengerjaan pulp untuk kayu ini menghasilkan randemen 48,11% dan bilangan Kappa 27,96. karakter fisik serat dan kandungan kimia kayu sesendok memiliki kualitas serat I yang menunjukkan kayu ini berpotensi sebagai bahan baku serat untuk produksi pulp.

Kata Kunci : Serat, pulp, fisis-kimia, sesendok,

PENDAHULUAN

Latar belakang

Perkembangan industri pulp di Indonesia yang terus meningkat mengakibatkan kebutuhan bahan baku pulp juga ikut meningkat. Salah satu upaya untuk memenuhi peningkatan kebutuhan tersebut adalah dengan adanya Hutan Tanaman Industri (HTI). Kebutuhan bahan baku kayu nasional yang bisa dipasok dari HTI saat ini adalah 39.34% dari 63.5 juta m³ dari kebutuhan kayu nasional Indonesia (Mindawati, 2011). Peningkatan kebutuhan akan serat tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan jenis tanaman penghasil serat yang ada. Saat ini tanaman penghasil serat yang telah diusahakan oleh perusahaan Hutan tanaman industri (HTI) pulp merupakan jenis-jenis eksotik/intruduksi seperti *Acacia mangium*, *Acacia crassiparva* dan *Eucalyptus pellita*. Untuk meningkatkan ketersediaan bahan baku, maka perlu dilakukan pemanfaatan jenis tanaman lokal setempat.

Persoalan yang timbul dari jenis kayu eksotik adalah terjadinya penurunan produktivitas jenis yang selama ini menjadi pemasok utama bahan baku pulp. Untuk mengimbangi kebutuhan yang ada maka perlu ada jenis alternatif penghasil pulp lainnya. Berdasarkan dimensi serat dan turunannya, sifat kimia kayu serta kualitas pulp maka jenis sesendok (*Endospermum diadenum*) bisa menjadi salah satu alternatif pilihan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp.

Sesendok termasuk dalam family *Euphorbiaceae*, genus *Endospermum*. Kayu sesendok dapat mencapai tinggi 35 m dengan diameter 150 cm (Lemmens, 1995). Kayu sesendok di Riau tersebar di Kab. Kampar, Rokan Hulu, Pelalawan dan Kuantan singingi (Suhartati, 2012).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi dimensi serat dan turunannya, sifat kimia kayu serta kualitas pulp dari kayu sesendok sebagai alternatif penghasil pulp.

BAHAN DAN METODE

a. Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Januari - Juni 2014 di Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan, Laboratorium Teknologi Serat Puslitbang Keteknikan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor dan Lab. Wood Tech PT. Arara Abadi.

b. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu sesendok yang berasal dari Nagari Muaro Takung, Kec. Kamang Kab. Sijunjung, Sumatera Barat, *white liquor*, aquades, *alcohol*, H_2SO_4 , $Na_2S_2O_3$, KI, $KMnO_4$. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: gelas ukur, digester, buret, micro pipet, microscope, oven, timbangan digital.

c. Prosedur kerja

1. Pengukuran dimensi serat

Pengamatan dimensi serat dilakukan dengan membuat preparat maserasi metode *Schultze* (Silitonga, 1972). Kayu contoh dibuat menjadi serpih sebesar batang korek api, lalu serpih dipanaskan secara perlahan didalam tabung reaksi yang telah diisi dengan campuran larutan hidrogen peroksida dan asam asetat glasial dengan perbandingan berdasarkan volume 1:1. Serat yang sudah terpisah lalu dicuci dengan air yang mengalir lalu diberi warna dengan safranin. Serat yang telah diwarnai dimuat ke dalam gelas obyek yang telah ditetesi gliserin. Selanjutnya diukur dimensi seratnya.

Dimensi yang diamati adalah panjang, diameter, tebal dinding, diameter lumen, panjang pembuluh, dan diameter pembuluh. Setelah itu dilakukan perhitungan nilai turunan dimensi serat yang meliputi nilai *Runkel ratio*, *Felting Power*, *Muhlsteph ratio*, *Rigidity Coefficient* dan *Flexibility ratio*.

2. Analisis sifat kimia kayu

Analisa sifat lignin kayu dianalisa berdasarkan SNI 0492:2008, ekstraktif di analisa berdasarkan SNI 12-7197-2006 dan selulosa di analisa berdasarkan SNI 0444:2009.

3. Pembuatan pulp

Sebelum dimasak, kayu sesendok dibuat chip atau serpih kayu terlebih dahulu. Pembuatan serpih dilakukan dengan menggunakan mesin *chipper*. Kemudian serpih disortir untuk menghilangkan mata kayu dan serpih yang berukuran besar, sehingga serpih yang dimasak dengan ukuran yang seragam. Sebelum dilakukan pemasakan maka dilakukan pengukuran kadar air dari serpih kayu tersebut. Setelah itu baru dilakukan pemasakan dengan menggunakan digester.

Pemasakan pulp dengan kondisi *kraft* sebagai berikut :

- Alkali aktif : 22.00%

- Sulfiditas: 24.71%

- Waktu pemasakan:

 - Waktu dari suhu kamar sampai dengan suhu 170°C: 90 menit

 - Waktu pada suhu 170°C: 120 menit

- Perbandingan bahan kimia dan chip: 4 : 1

Setelah selesai pemasakan maka pulp dicuci dan dimasukkan ke dalam *disintegrator*, lalu disaring dan dipres. Setelah itu dihitung randemen pulp yang dihasilkan, kemudian ditentukan bilangan kappa berdasarkan SNI 0494:2008.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Dimensi Serat

Dimensi serat dapat digunakan sebagai dasar memilih bahan baku yang cocok untuk pulp. Dimensi serat terdiri dari panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding sel. Data dimensi serat kayu sesendok dan turunannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi serat kayu sesendok

No	Parameter	mm
1	Panjang serat	2.123,75
2	Diameter serat	52,14
3	Diameter lumen	47.06
4	Tebal dinding sel	2.54

Sumber : Suhartati, *et all.* 2011

Berdasarkan data pada Tabel 1 diatas panjang serat sesendok adalah 2.123,75 μm . Jika dibandingkan dengan klasifikasi panjang serat menurut IAWA (Anonim, 1932 *dalam* Nurrahman dan Silitonga (1972) maka kayu sesendok termasuk dalam kelas kayu serat panjang sub kelas cukup panjang, karena panjang seratnya berada pada kisaran 1.600 – 2.200 μm . Berdasarkan Kriteria Penilaian Serat kayu Indonesia untuk bahan baku pulp dan kertas maka kayu sesendok masuk dalam mutu I dengan panjang serat diatas 2000 μm . Tanaman yang memiliki serat panjang akan memberikan pengaruh yang baik pada daya tenun (*felting power*), serat panjang akan membuat ikatan antar serat akan kuat dan tidak mudah lepas dan memiliki kekuatan lipat kertas yang tinggi. (Sutiya dkk., 2012). Semakin panjang serat maka kualitas kertas yang dihasilkan akan semakin baik (Safitri, 2003).

Tebal dinding sel kayu sesendok merupakan hasil pengurangan diameter serat dengan diameter lumen, kemudian dibagi 2. Tebal dinding sel dari sesendok sebesar 2.54 μm . Tebal dinding sel sangat berpengaruh terhadap *runkel ratio*. Semakin tebal dinding sel maka akan semakin besar nilai *runkel ratio*. Dinding sel yang tipis akan mudah membentuk ikatan serat yang lebih kuat, sedangkan serat yang berdinding tebal akan menghasilkan kekuatan jebol dan tarik serta ketahanan lipat yang rendah tetapi memiliki ketahanan sobek kertas yang tinggi (Haygreen dan Bowyer, 1989).

Selain dimensi serat, persyaratan sebagai bahan baku pulp juga ditentukan oleh nilai turunan dimensi serat. Nilai turunan dimensi serat dapat dilihat pada Tabel 2. Kriteria Penilaian Serat kayu indonesia untuk bahan baku pulp dan kertas dapat dilihat pada Tabel 3. Penilaian serat kayu sesendok untuk bahan baku pulp dan kertas pada Tabel 4.

Tabel 2. Nilai turunan dimensi serat kayu sesendok

Jenis	<i>Runkel ratio</i>	<i>Felting power</i>	<i>Muhlstep ratio</i>	<i>Rigidity Coefficient</i>	<i>Flexibility ratio</i>
Sesendok	0.11	40.52	19.37	0.05	0.90

Tabel 3. Kriteria Penilaian Serat kayu Indonesia untuk bahan baku pulp dan kertas

No	Uraian	Kelas Mutu					
		I		II		III	
		Syarat	Nilai	Syarat	Nilai	Syarat	Nilai
1	Panjang serat	>2000	100	1000-2000	50	<1000	25
2	<i>Runkel Ratio</i>	<0.25	100	0.25-0.50	50	0.5-1	25
3	<i>Felting Power</i>	>90	100	50-90	50	<50	25
4	<i>Muhlstep ratio</i>	<30	100	30-60	50	60-80	25
5	<i>Flexibility ratio</i>	>0.8	100	0.5-0.8	50	<0.5	25
6	<i>Rigidity Coefficient</i>	<0.1	100	0.1-0.15	50	>0.15	25
Selang Nilai		450-600		225-449		<225	

Sumber : (Pasaribu dan Silitonga, 1977)

Tabel 4. Penilaian serat kayu sesendok untuk bahan baku pulp dan kertas

No	Uraian	Nilai	Syarat	Skor	Kelas Mutu
1	Panjang serat	2.123,75	>2000	100	I
2	<i>Runkel Ratio</i>	0.11	<0.25	100	I
3	<i>Felting Power</i>	40.52	<50	25	III
4	<i>Muhlstep ratio</i>	19.37	<30	100	I
5	<i>Flexibility ratio</i>	0.90	>0.8	100	I
6	<i>Rigidity Coefficient</i>	0.05	<0.1	100	I
Jumlah				575	I

Hasil penilaian nilai turunan serat menunjukkan bahwa tanaman sesendok sangat cocok untuk dijadikan pulp jika dilihat dari nilai turunan dimensi serat, dengan nilai skor 575 termasuk dalam Kelas Mutu I (Tabel 3 dan 4). *Runkel ratio* kayu sesendok 0.11 dan termasuk dalam kelas mutu I (Tabel 3 dan 4). Semakin kecil nilai *runkel ratio* menunjukkan semakin tipis dinding selnya. *Runkel ratio* yang kecil akan menghasilkan kualitas serat yang sangat baik (Kasmudjo, 1994).

Nilai *felting power* dari sesendok adalah 40.52 dan termasuk dalam kelas mutu III. Nilai *felting power* menunjukkan jumlah ikatan antar serat yang terjadi. Semakin rendah *felting power* mempunyai potensi ikatan antar serat yang rendah. *Felting power* akan memberikan pengaruh terhadap kekuatan lipat, tarik dan jebol pada kertas (Sutiya, 2012).

Muhlstep ratio sesendok adalah sebesar 19,37 yang termasuk dalam kualitas I. Semakin rendah *Muhlstep ratio* menunjukkan semakin baik kualitas seratnya sehingga dapat menghasilkan lembaran kertas yang halus, plastis dan kuat (Marsoem, 2002 dalam Sutiya dkk., 2012). *Flexibility ratio* didapatkan dari perbandingan antara diameter serat dan lumen. *Flexibility ratio* dari sesendok sebesar 0.90 termasuk dalam kelas mutu I, *Flexibility ratio* yang tinggi berarti kertas yang dihasilkan sangat fleksibel.

Rigidity coefficient kayu sesendok sebesar 0,05 dan termasuk dalam kelas mutu I. Semakin rendah nilai koefisien ini, maka kertas yang dihasilkan akan semakin tidak mudah putus apabila terkena tarikan. *Rigidity coefficient* ini mempengaruhi kekuatan sobek, lipat dan jebol.

B. Sifat kimia dan Kualitas Pulp

Tabel 5. Sifat kimia dan fisis kayu sesendok dibandingkan dengan kayu akasia

Kandungan kimia	Sesendok	<i>Acacia mangium</i> *
Selulosa (%)	52,01	43.85
Lignin (%)	32,28	24.89
Ekstraktif (%)	4,75	4.05
Berat jenis	0,42	0.34

Keterangan :*) Sumber Pasaribu dan Roliadi, 1990)

Tabel 5 menyajikan hasil analisa kandungan kimia dan sifat fisis kayu sesendok. Secara umum kandungan kimia yang diharapkan untuk bahan baku pulp adalah kayu yang memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan kandungan lignin dan ekstraktif yang cukup rendah serta berat jenis yang sedang. Kandungan selulosa kayu sesendok lebih tinggi jika dibandingkan dengan akasia (Tabel 5). Kandungan selulosa yang tinggi diharapkan akan dapat menghasilkan randemen yang tinggi pula (Pari dan lestari, 1990). Kandungan selulosa sesendok sebesar 52,01% termasuk dalam kelas mutu I (>45) berdasarkan kriteria kualitas kimia kayu jenis daun lebar sebagai bahan pulp.

Kandungan lignin yang dimiliki sesendok sebesar 32.28% (Tabel 5) termasuk dalam kategori kurang (>30) jika dibandingkan dengan persyaratan sifat kayu untuk bahan baku (FAO, 1980 dalam wardany, 2002). Kandungan lignin yang tinggi akan menghambat penggilingan pada proses pulping. Selain itu, pulp dan kertas yang dihasilkan akan cenderung kaku (Safitri, 2003) dan berwarna kurang putih. Kandungan lignin yang tinggi akan menyebabkan kebutuhan konsumsi alkali juga akan tinggi (Casey, 1980 dalam Syahidah dkk. 2007).

Kandungan ekstraktif sesendok sebesar 4.75% (Tabel 5) termasuk dalam kategori baik (<5) jika dibandingkan dengan persyaratan sifat kayu untuk bahan baku (FAO, 1980 dalam wardany, 2002). Kandungan ekstraktif yang tinggi akan menimbulkan bintik-bintik pada lembaran pulp yang dihasilkan (*pitch problem*).

Berdasarkan persyaratan sifat Kayu untuk bahan baku pulp (FAO, 1980 dalam Wardany, 2002)). Berat jenis sesendok 0.42 termasuk dalam kategori baik (<0.501). Kayu yang memiliki berat jenis yang tinggi cenderung merupakan kayu yang keras dan akan menyebabkan kondisi pemasakannya menjadi lebih berat, sehingga akan berdampak terhadap pulp yang sukar digiling. Kertas yang dihasilkan, meskipun memiliki kekuatan sobek yang tinggi, namun akan memiliki kekuatan tarik, retak dan ketahanan lipat yang cukup rendah (Fatriasari, dan Hermiati 2006)

Pembuatan pulp pada sesendok dilakukan dengan proses kraft, dengan menggunakan alkali aktif sebesar 22.00%, sulfiditas 24.71%, dengan waktu pemasakan dari suhu kamar sampai dengan suhu 170°C selama 120 menit, Waktu pada suhu 170°C selama 120 menit. Perbandingan bahan kimia dan serpih adalah 4 : 1 (V:V). Data rendemen dan bilangan kappa sesendok disampaikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Sifat pengolahan pulp Sesendok

Sifat pengolahan	Nilai
Randemen	48,11%
Bilangan Kappa	27,96

Rendemen pulp dari kayu sesendok dengan proses kraft adalah sebesar 48,11% (Tabel 6) yang termasuk dalam kelas mutu I ($>44\%$) berdasarkan kriteria penilaian sifat pulp sulfat kayu daun lebar. Rendemen total menunjukkan tingkat pembuangan komponen kimia kayu selama proses pembuatan pulp berlangsung. Rendemen yang baik adalah rendemen total yang tinggi dan rendemen sisa yang rendah.

Pulp dari kayu sesendok yang dihasilkan dari proses kraft dengan alkali aktif 22% dan sulfiditas 24.71% adalah 27.96 memiliki bilangan kappa 27,96 yang termasuk dalam kelas mutu III (20-30) dalam kriteria penilaian sifat pulp sulfat kayu daun lebar. Bilangan kappa biasanya digunakan untuk mengetahui tingkat kematangan pulp dari hasil proses pemasakan dan daya putih. Bilangan kappa sangat berhubungan erat dengan kandungan lignin pada kayu. Semakin tinggi kandungan lignin yang masih tersisa pada pulp, maka bilangan kappa juga akan tinggi pula.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kayu sesendok memiliki serat dengan dimensi: panjang 2.123,75 mm, diameter 52,14 μm , tebal dinding 2,54 μm , diameter lumen 47,06 μm ,. Nilai *Runkel ratio* 0,11, *Felting Power* 40,52, *Muhlsteph ratio* 19,37, *Rigidity Coefficient* 0,05, dan *Flexibility ratio* 0,90. Berdasarkan Kriteria Penilaian Serat kayu Indonesia untuk bahan baku pulp dan kertas, maka kayu sesendok dapat digunakan untuk menjadi bahan baku pulp karena termasuk dalam kelas mutu I.
2. Kayu sesendok memiliki kandungan selulosa 52,01%, lignin 32,28%, dan zat ekstraktif 4,75 %, dengan berat Jenis 0,42
3. Pemasakan pulp dengan proses kraft menghasil rendemen 48,11% (kelas mutu I) dan bilangan kappa 27,96 (kelas mutu III).

DAFTAR PUSTAKA

- Fatriasari, W. dan Hermiati. E. (2006). *Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis Kimia Beberapa Jenis Bambu sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*. Bogor: Laporan Teknik Akhir Tahun 2006. UPT BPP Biomaterial LIPI.
- Haygreen, J. G. dan Jim L. Bowyer, 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Suatu Pengantar. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Hlmn : 274-350
- Kasmodjo, (1994). *Cara-cara Penentuan Proporsi Tipe Sel dan Dimensi Serat Kayu*. Yayasan Pembinaan Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Lemmens, R. I. (1995). *Plant Resources of South-East Asia No 5(2). Timber trees : Minor commercial timbers*. Leiden: Backhuys Publishers.
- Mindawati, N. (2011). *Kajian Kualitas Tapak Hutan Tanaman Eucalyptus urogandis sebagai Bahan Baku Pulp Industri dalam Pengelolaan Hutan Lestari (Studi Kasus di PT. Toba Pulp Lestari) Simalungun, Sumatera Utara*. Bogor: Disertasi Program Pasca Sarjana IPB.
- Nurrahman, A dan T. Silitonga. (1972). *Dimensi Serat Beberapa Jenis Kayu Sumatera Selatan*. Laporan No. 2. LPHH, Bogor

- Safitri. E.S. (2003). Analisis Komponen Kimia dan Dimensi Serat Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*. Muell. Agr) Hasil Klon. Skripsi Fahutan IPB, Bogor (Tidak diterbitkan)
- Silitonga, P. d. (1977). *Percobaan Pengolahan Kayu Daun Lebar dan Kayu Campuran sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*. Bogor: Laporan No. 100. LPHH.
- Silitonga, T. R. (1972). *Cara pengukuran serat kayu di Lembaga Penelitian Hasil Hutan (LPHH)*. Publikasi Khusus No.12. Agustus, 1972. Bogor: LPHH.
- Suhartati, R. S. (2012). *Sebaran dan Persyaratan Tumbuh Jenis Alternatif Penghasil Pulp di Wilayah Riau*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Sutiya. D, Istikowati. W.T, Rahmadi. A, Sunardi. (2012). Kandungan Kimia dan Sifat Serat Alang-alang (*Imperata cylindrical*) sebagai Gambaran Bahan Baku Pulp dan Kertas. Jurnal Biocientiae Volume 9 Nomor 1 : 8-19
- Syahidah, Hikmah, dan Yuniarti A. Detti. (2007). *Kandungan Kimia Dan Dimensi Serat Akar, Cabang Dan Batang Bagian Atas Kayu Gmelina dan Kayu Jati di Hutan Rakyat Sulawesi Selatan*. Jurnal Parenial, 3(1) :11-14.
- Wardany HP. 2002. Analisis Sifat Kimia dan Sifat Anatomi Kayu Mangium (*Acacia mangium* Wild) pada berbagai Provenansi. Skripsi Fahutan IPB, Bogor (Tidak diterbitkan).

PENGARUH JARAK TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN POHON DAN BEBERAPA SIFAT FISIS-MEKANIS KAYU JATI CEPAT TUMBUH

Imam Wahyudi¹, Dicky Kristia Dinata Sinaga¹, Muhran¹, Lidia Binti Jasni²

¹Fakultas Kehutanan IPB, Bogor 16680, Indonesia

E-mail: imyudarw16@yahoo.com

²Fakultas Kehutanan Universiti Putera Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jarak tanam terhadap pertumbuhan pohon dan beberapa sifat fisis-mekanis kayu jati (*Tectona grandis*) cepat tumbuh dari suatu areal hutan tanaman jati di Jawa Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak tanam tidak mempengaruhi sifat-sifat kayu yang diteliti secara nyata meski secara keseluruhan jarak tanam yang lebih sempit cenderung menghasilkan sifat fisis-mekanis yang lebih baik. Jarak tanam lebih mempengaruhi kualitas pertumbuhan pohon terutama diameter batang, tinggi total, tinggi pohon bebas cabang dan jumlah percabangan. Secara umum, jarak tanam 3 m x 3 m lebih disukai oleh masyarakat karena tersedianya lahan untuk kegiatan tumpang sari.

Kata kunci: *Tectona grandis*, jati cepat tumbuh, kerapatan, BJ, kekerasan

PENDAHULUAN

Kayu jati (*Tectona grandis* L. f.) merupakan salah satu jenis kayu premium. Coraknya unik dan elegan sehingga meski pun harganya mahal berbagai produk yang terbuat dari kayu jati tetap dicari orang. Saat ini ketersediaan kayu jati di pasaran didominasi oleh kayu jati cepat tumbuh. Menurut Suryadi (2002), sebagian besar industri mebel dan furnitur jati yang ada di Pulau Jawa telah memanfaatkan kayu jati cepat tumbuh hasil budidaya masyarakat setempat sebagai bahan baku utama. Pohon biasanya sudah ditebang saat mencapai usia 6 tahun atau bahkan kurang.

Pada awalnya sebagian besar tanaman jati masyarakat dibangun dengan jarak tanam 3 m x 3 m mengikuti pola tanam sebagaimana Perum Perhutani tanpa tindakan penjarangan. Namun akhir-akhir ini jarak tanam yang lebih sempit yaitu 2 m x 2 m dan bahkan 2 m x 1 m juga sudah diterapkan di beberapa wilayah khususnya di Jawa Barat yang tanahnya terkenal subur. Mengingat pertumbuhan pohon sangat dipengaruhi oleh jarak tanam sedangkan kualitas kayu sangat bergantung pada kondisi pohon, maka sudah barang tentu jarak tanam yang diterapkan akan mempengaruhi sifat dan karakteristik kayu yang dihasilkan. Oleh karena itu seberapa besar pengaruh perbedaan jarak tanam terhadap karakteristik kayu perlu diketahui.

Penelitian tentang pengaruh jarak tanam terhadap kualitas pertumbuhan pohon termasuk jati sudah banyak dilakukan (Bhat & Priya 2004). Namun terhadap jati cepat tumbuh, penelitian serupa masih sangat terbatas apalagi yang memfokuskan pada sifat dan karakteristik kayu yang dihasilkan. Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perbedaan jarak tanam terhadap beberapa sifat fisis-mekanis kayu jati cepat tumbuh, disamping mengevaluasi pengaruh perbedaan jarak tanam terhadap kualitas pertumbuhan pohon jati. Sifat dan karakteristik kayu yang diteliti dibatasi pada kerapatan (ρ), berat jenis (BJ), kekuatan (*modulus of rupture*/MOR), kekakuan (*modulus of elasticity*/MOE), keteguhan tekan sejajar serat ($\sigma_{//}$) dan kekerasan sisi (*hardness*/H). Melalui penelitian ini diharapkan dapat ditemukan jarak tanam optimum untuk membangun hutan tanaman jati cepat tumbuh yang menghasilkan kayu dengan karakteristik yang terbaik.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Pengukuran karakteristik pertumbuhan pohon dilaksanakan di suatu areal hutan tanaman jati cepat tumbuh umur 6 tahun di daerah Ciampea, Kabupaten Bogor, sedangkan pengujian sifat fisis-mekanis kayu dilakukan di Laboratorium Sifat Dasar Kayu, Divisi Teknologi Peningkatan Mutu Kayu, Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB.

Parameter pertumbuhan pohon yang diamati terdiri dari diameter batang, tinggi total, tinggi pohon bebas cabang, tebal kulit dan jumlah percabangan yang ada pada masing-masing pohon. Masing-masing tegakan hanya diwakili oleh satu plot contoh dengan ukuran yang sama yaitu 25 m x 15 m, yang mewakili kondisi pertumbuhan masing-masing tegakan.

Bahan dan Alat

Bahan utama adalah 12 batang log sepanjang 50 cm dari bagian pangkal batang 12 pohon jati terpilih, sedangkan peralatan yang digunakan terdiri dari *chainsaw*, gergaji mesin, timbangan analitis, kaliper digital, wadah gelas, oven, *moisture meter* dan *universal testing machine* merek Instron tipe 3369. Ke-12 batang log tersebut mewakili masing-masing tegakan dimana dari setiap tegakan (yang berjarak tanam 3 m x 3 m dan yang 2 m x 2 m) dipilih 6 batang pohon sehat yang mewakili tiga ukuran kelas diameter batang, yaitu kecil, sedang dan besar, dengan ukuran yang relatif sama (Tabel 1).

Berdasarkan informasi di lapangan diketahui bahwa bibit jati yang ditanam berupa stek batang setinggi 20-30 cm yang diperoleh dari PT Setyamitra Bhaktipersada. Tidak ada perlakuan silvikultur yang diterapkan kecuali pembersihan gulma dan tumbuhan bawah serta penyiraman dengan air secara rutin seminggu 2-3 kali hingga pohon berusia 3 tahun. Selama itu pula diantara tegakan dilakukan kegiatan tumpang sari dengan tanaman jagung dan pepaya.

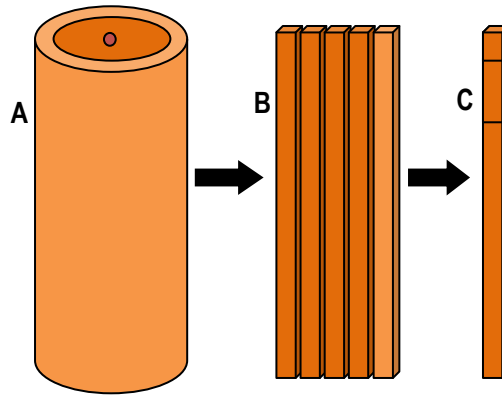
Tabel 1. Nomor pohon, diameter batang, tinggi total, tinggi pohon bebas cabang, tebal kulit dan jumlah cabang per pohon pada ke-12 pohon contoh terpilih

Jarak Tanam (m x m)	Nomor Pohon Contoh dan Ukuran*	Diameter Batang (cm)	Tinggi Total (m)	Tinggi Bebas Cabang (m)	Tebal Kulit (mm)	Jumlah Cabang
2 x 2	02 (k)	20	11	8.5	10.0	7
	64 (k)	21	12	9.0	10.5	8
	55 (s)	33	13	10.0	22.0	6
	81 (s)	30	12	9.5	18.0	8
	33 (b)	40	14	11.5	14.0	8
	65 (b)	42	13	10.0	22.0	7
3 x 3	27 (k)	22	11	7.0	13	11
	30 (k)	20	11	7.5	12	8
	08 (s)	31	13	9.0	10	15
	38 (s)	32	12	8.0	13	20
	29 (b)	43	13	9.5	13	10
	09 (b)	40	14	9.5	12	17

Keterangan: * k = kecil, s = sedang, b = besar

Pembuatan Contoh Uji dan Pengujiannya

Masing-masing log langsung digergaji sedemikian rupa sehingga menghasilkan sortimen dengan penampang berukuran 2,5 cm x 2,5 cm dari empulur ke arah kulit (Gambar 1). Sortimen kemudian dipotong sepanjang 2,5 cm untuk pengukuran nilai kadar air (KA) kondisi segar, kerapatan dan BJ kayu, sedangkan sisanya dikeringudarkan selama satu bulan. Setelah mencapai kondisi kering udara, sortimen selanjutnya diserut lalu dipotong-potong kembali sesuai ukuran contoh uji standar untuk pengujian keteguhan lentur statis (MOR dan MOE) dan σ_{II} , sedangkan uji kekerasan kayu dilakukan menggunakan contoh uji yang sama untuk uji keteguhan lentur statis setelah pengujian tersebut selesai dilakukan, yakni dengan membenamkan setengah bola baja berdiameter 0.444 inci pada permukaan radial dan tangensial kayu. Secara umum prosedur pengujian dilakukan mengikuti standar Inggris (BS 373:1957).



Gambar 1 konversi dari log (A) menjadi sortimen (B) dan menjadi masing-masing contoh uji (C).

Nilai-nilai KA, ρ dan BJ kayu serta MOR, MOE, $\sigma_{//}$ dan H dihitung dengan persamaan berikut:

$$KA (\%) \text{ kondisi segar} = (BB - BKT) / BKT \times 100$$

$$\rho (\text{g/cm}^3) = BB / VB$$

$$BJ = (BKT / VB) / \rho_{\text{air}}$$

$$MOR (\text{kg/cm}^2) = 3 P_{\text{maks.}} L / 2 bh^2$$

$$MOE (\text{kg/cm}^2) = \Delta P L^3 / 4 \Delta y bh^3$$

$$\sigma_{//} (\text{kg/cm}^2) = P_{\text{maks.}} / A$$

$$H (\text{kg/cm}^2) = P_{\text{maks.}} / A$$

Keterangan:

- BB = Berat contoh uji kondisi segar (g)
- BKU = Berat contoh uji kondisi kering udara (g)
- BKT = Berat contoh uji kondisi kering tanur (g)
- VB = Volume contoh uji kondisi segar (cm^3)
- VKU = Volume contoh uji kondisi kering udara (cm^3)
- $P_{\text{maks.}}$ = Beban maksimum (kg)
- ΔP = Perubahan beban yang terjadi di bawah batas proporsi (kg)
- Δy = Perubahan defleksi akibat beban (cm)
- L = Jarak sangga (cm)
- b = Lebar contoh uji (cm)
- h = Tebal contoh uji (cm)
- A = Luas penampang contoh uji (cm^2)
- ρ_{air} = 1 g/cm^3

Pada uji keteguhan lentur statis, contoh uji diletakkan mendatar pada alat dan diberikan beban terpusat dengan kecepatan pembebanan 2.5 mm/menit; sedangkan pada pengujian $\sigma_{//}$ kedudukan contoh uji vertikal dengan pembebanan 0.6 mm/menit sejajar sumbu batang. Setelah diuji, KA kayu diukur kembali untuk memperoleh nilai KA kayu kondisi kering udara dengan persamaan:

$$KA (\%) \text{ kondisi kering udara} = (BKU - BKT) / BKT \times 100 \%$$

Keterangan:

- BKU = Berat contoh uji kondisi kering udara (g)
- BKT = Berat contoh uji kondisi kering tanur (g)

Pengolahan Data

Data selanjutnya dihitung nilai rata-rata dan simpangan bakunya untuk kemudian disajikan dalam bentuk grafik atau tabel. Khusus untuk kekerasan kayu, data yang disajikan adalah nilai rata-rata kekerasan sisi radial dan tangensialnya. Pengaruh perbedaan jarak tanam terhadap semua karakter yang diteliti dianalisis menggunakan uji-beda nilai rata-rata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Pertumbuhan Pohon

Rata-rata karakteristik pertumbuhan pohon pada masing-masing tegakan disajikan pada Tabel 2. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa kualitas pertumbuhan pohon di masing-masing tegakan bervariasi. Meskipun demikian tegakan dengan jarak tanam 2 m x 2 m memperlihatkan kualitas pertumbuhan yang relatif lebih seragam karena memiliki nilai simpangan yang lebih kecil.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa jarak tanam mempengaruhi diameter batang, tinggi pohon total, tinggi pohon bebas cabang dan jumlah percabangan. Jarak tanam 3 m x 3 m cenderung menghasilkan rata-rata diameter batang yang lebih besar, namun diikuti dengan meningkatnya jumlah cabang. Tinggi total dan tinggi pohon bebas cabangnya cenderung lebih pendek, sedangkan tebal kulit relatif tidak jauh berbeda bahkan cenderung lebih tipis. Dengan demikian maka jarak tanam 3 m x 3 m cocok diterapkan dalam rangka memperoleh pohon dengan diameter yang lebih besar, namun dengan resiko tinggi total dan tinggi bebas cabang yang lebih pendek dan jumlah percabangan yang lebih banyak. Aspek ekonomi terkait dengan hal ini perlu diteliti lebih lanjut.

Tabel 2. Rata-rata diameter batang, tinggi pohon, tinggi bebas cabang, tebal kulit dan jumlah cabang per pohon

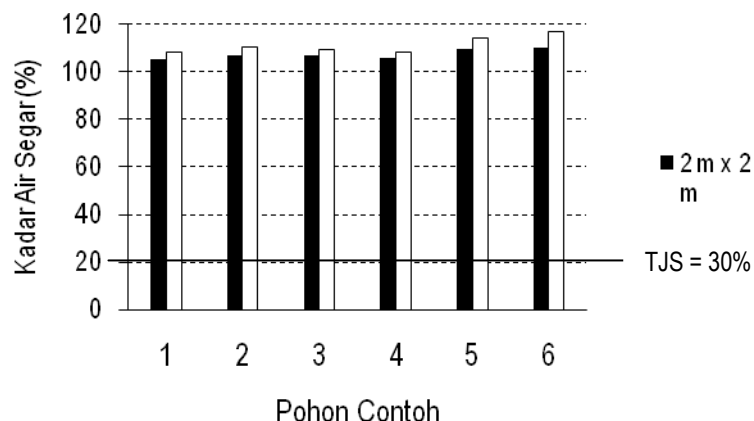
Jarak Tanam (m x m)	Jumlah Pohon (batang)	Diameter Batang (cm)	Tinggi Total (m)	Tinggi Bebas Cabang (m)	Tebal Kulit (mm)	Jumlah Cabang
2 x 2	88	27.50±3.50	13.30±1.05	9.55±1.15	12.70±2.55	7.35±1.45
3 x 3	38	34.55±6.30	11.95±1.45	8.00±1.50	12.55±2.95	12.00±2.85
Hasil Anova pada $\alpha = 5\%$		**	**	*	-	**

Keterangan: ** = sangat nyata, * = nyata, - = tidak nyata

Berdasarkan informasi di lapangan diketahui bahwa selama tiga tahun pertama dilakukan kegiatan tumpang sari dengan jagung dan pepaya baik di tegakan 2 m x 2 m maupun yang 3 m x 3 m. Melihat pertumbuhan pohon hingga berumur 6 tahun sebagaimana Tabel 2 dapat dipastikan petani hutan lebih memilih jarak tanam 3 m x 3 m.

Kadar Air Kondisi Segar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa KA kayu kondisi segar dari tegakan jati cepat tumbuh dengan jarak tanam 2 m x 2 m secara umum tidak berbeda dibandingkan dengan KA kayu jati cepat tumbuh kondisi segar dari tegakan 3 m x 3 m (Gambar 2).

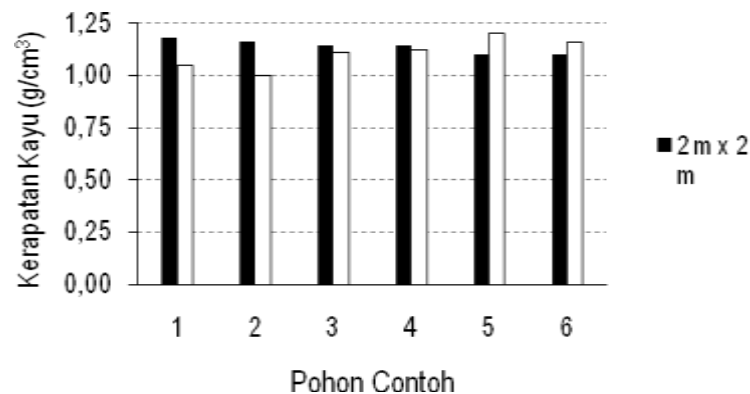


Gambar 2. Kadar air kayu kondisi segar pada masing-masing tegakan. Total contoh uji 30 buah, masing-masing 3 buah dari pohon 1&2, 5 buah dari pohon 3&4, dan 7 buah dari pohon 5&6

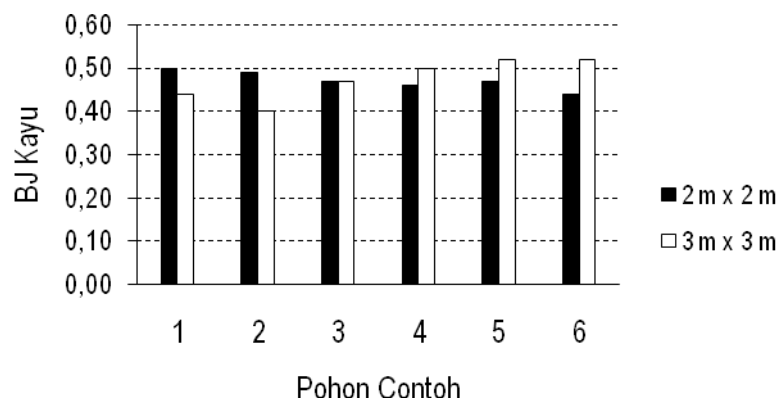
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa jarak tanam tidak mempengaruhi nilai KA kayu kondisi segar. Dengan demikian maka KA kayu jati cepat tumbuh kondisi segar berkisar antara 105.00-116.67% dengan nilai rata-rata sebesar 109.19%. Mengingat tingginya nilai KA kayu kondisi segar yang diperoleh (bahkan di atas titik jenuh serat/TJS nya), maka sebelum dikeringkan dengan oven, kayu sebaiknya dikeringudarkan terlebih dahulu untuk mengurangi biaya pengeringan dan menghindari timbulnya cacat-cacat pengeringan sebagaimana Tsoumis (1991); Listyanto *et al.* (2010). Menurut mereka, dengan KA kayu awal yang relatif tinggi, potensi terjadinya cacat pengeringan cenderung meningkat.

Kerapatan dan BJ Kayu

Sama halnya dengan KA kayu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa baik kerapatan maupun BJ kayu jati cepat tumbuh dari tegakan dengan jarak tanam 2 m x 2 m secara umum tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kerapatan maupun BJ kayu jati cepat tumbuh dari tegakan yang berjarak tanam 3 m x 3m (Gambar 3&4). Hal ini dipertegas oleh analisis sidik ragamnya yang memperlihatkan bahwa jarak tanam tidak mempengaruhi nilai kerapatan maupun BJ kayu. Dengan demikian maka kerapatan kayu jati cepat tumbuh yang diteliti berkisar antara 1.00-1.20 g/cm³ dengan nilai rata-rata sebesar 1.12 g/cm³, sedangkan BJ kayu berkisar antara 0.40-0.52 dengan nilai rata-rata sebesar 0.47. Dengan rata-rata BJ 0.47, maka kayu jati yang diteliti masuk ke dalam kelompok kayu dengan Kelas Kuat III sebagaimana PPKI N1-5 (1961).



Gambar 3. Kerapatan kayu pada masing-masing tegakan.
Total contoh uji 30 buah, masing-masing 3 buah dari pohon 1&2, 5 buah dari pohon 3&4, dan 7 buah dari pohon 5&6



Gambar 4. BJ kayu pada masing-masing tegakan.
Total contoh uji 30 buah, masing-masing 3 buah dari pohon 1&2, 5 buah dari pohon 3&4, dan 7 buah dari pohon 5&6

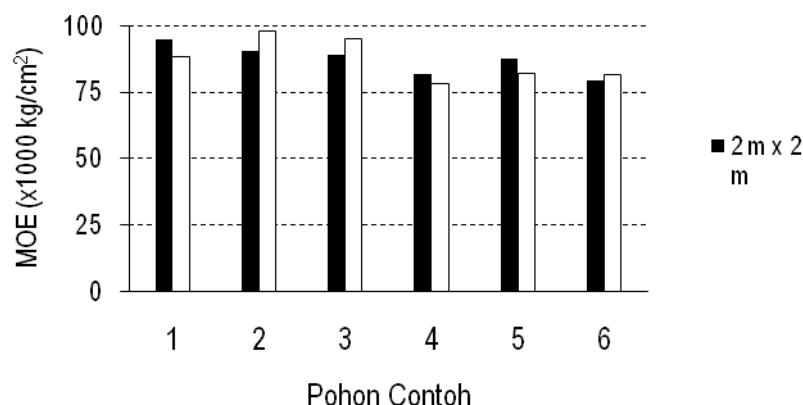
Secara umum rata-rata nilai kerapatan dan BJ kayu jati hasil penelitian ini berbeda bila dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian terdahulu. Menurut Wahyudi (2000), rata-rata nilai kerapatan kayu jati dari tegakan yang berusia 76 tahun asal Cepu sekitar 0.80-1.05 g/cm³, sedangkan rata-rata nilai BJ kayu jati tua (tanpa menyebutkan umur tegakannya) menurut Martawijaya *et al.* (2005) adalah sekitar 0.62-0.75.

Bila dibandingkan dengan Trockenbrodt & Josue (1999); Wahyudi *et al.* (2014), hasil yang diperoleh lebih tinggi. Menggunakan kayu jati dari areal yang sama namun lebih muda, Wahyudi *et al.* (2014) memperoleh kerapatan dan BJ kayu sebesar 1.12 g/cm³ dan 0.35 untuk kayu jati berumur 4 tahun dan 1.18 g/cm³ dan 0.45 untuk kayu jati berumur 5 tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa BJ kayu dari hutan tanaman cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya umur pohon. Menurut Trockenbrodt & Josue (1999), rata-rata kerapatan dan BJ kayu jati hasil hutan tanaman adalah 1.04 g/cm³ dan 0.38.

Meskipun secara statistik tidak terdapat pengaruh yang nyata dari jarak tanam terhadap nilai kerapatan dan BJ kayu jati yang diteliti (Gambar 3&4), hasil pengukuran memperlihatkan bahwa pada jarak tanam 2 m x 2 m, kerapatan dan BJ kayu dari pohon yang berdiameter besar (nomor 5&6) cenderung lebih rendah; sedangkan pada jarak tanam 3 m x 3 m cenderung lebih tinggi. Hal ini terkait dengan tingkat persaingan yang ada. Menurut Brown *et al.* (1994) dan Bowyer *et al.* (2003), pohon yang pertumbuhannya tertekan terutama pada jarak tanam yang lebih sempit cenderung menghasilkan kayu yang lebih padat dan lebih kuat. Adapun tingginya nilai kerapatan dan BJ kayu pada pohon yang berdiameter besar pada jarak tanam 3 m x 3 m, adalah terkait dengan tingginya porsi bagian kayu akhir yang dihasilkan oleh pohon sebagaimana Zobel & Buijtenen (1989). Semakin banyak porsi bagian kayu akhir, maka BJ kayu akan meningkat karena adanya penambahan porsi dinding sel.

MOE dan MOR

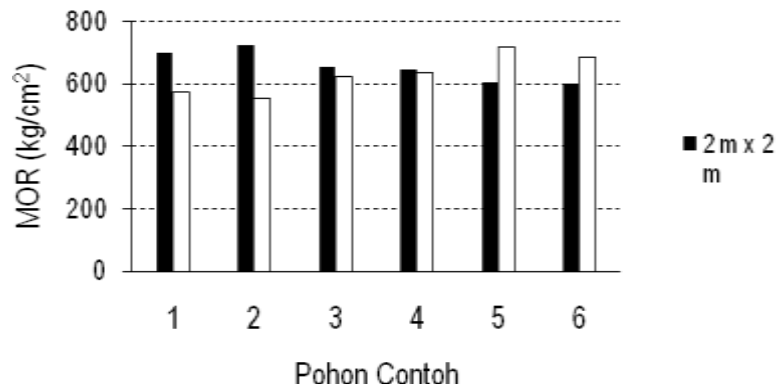
Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa jarak tanam tidak berpengaruh nyata baik terhadap MOE maupun MOR kayu jati cepat tumbuh yang diteliti (Gambar 5&6). Hasil analisis sidik ragamnya memperlihatkan bahwa MOE dan MOR tidak bergantung pada jarak tanam. Dengan demikian maka MOE kayu jati yang diteliti berkisar antara 78270-98050 kg/cm² dengan nilai rata-rata sebesar 87320 kg/cm², sedangkan MORnya berkisar antara 555-725 dengan nilai rata-rata sebesar 643.75 kg/cm². Nilai MOE dan MOR ini diperoleh saat kayu dalam kondisi kering udara, yaitu pada saat rata-rata KA kayunya sebesar 14.75%.



Gambar 5. Kekakuan (MOE) kayu pada masing-masing tegakan.
Total contoh uji 30 buah, masing-masing 3 buah dari pohon 1&2, 5 buah dari pohon 3&4, dan 7 buah dari pohon 5&6

Secara umum rata-rata nilai MOE dan MOR kayu jati hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian terdahulu. Menurut Martawijaya *et al.* (2005), rata-rata nilai MOE kayu jati tua (tanpa menyebutkan umur tegakannya) adalah 127700 kg/cm², sedangkan MORnya 718.00 kg/cm². Menurut Prihatmaji *et al.* (2012), rata-rata nilai MOE kayu jati adalah 88700 kg/cm², sedangkan MORnya 855.00 kg/cm². Menggunakan kayu jati unggul umur 5 tahun Nestri (2014) memperoleh rata-rata MOE dan MOR berturut-turut sebesar 90853 kg/cm² dan 689.00 kg/cm².

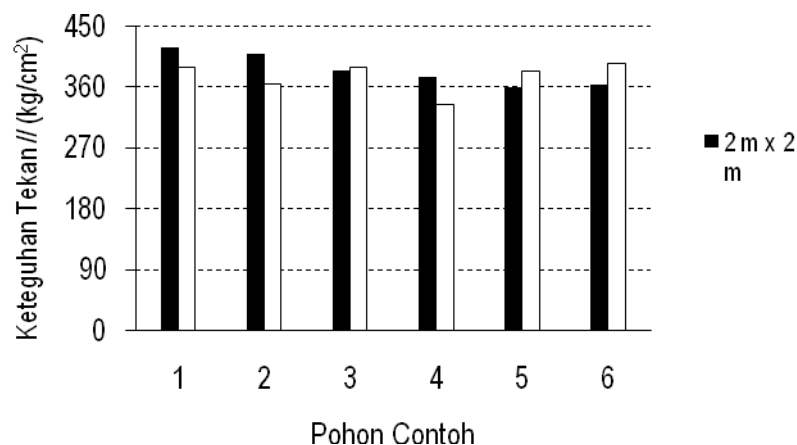
Sama halnya dengan kerapatan dan BJ kayu, hasil pengukuran memperlihatkan bahwa pada jarak tanam 2 m x 2 m, MOR kayu dari pohon yang berdiameter besar cenderung lebih rendah; sedangkan pada jarak tanam 3 m x 3 m cenderung lebih tinggi. Fenomena ini tidak ditemukan pada MOE. Ini membuktikan bahwa MOR kayu berhubungan erat dengan nilai BJ kayu, namun antara BJ dan MOE tidak terdapat korelasi yang positif. Menurut Tsoumis (1991) & Mardikanto *et al.* (2011), BJ kayu berkorelasi positif dengan kekuatan (MOR) kayu. Semakin tinggi BJ kayu, maka MOR nya cenderung meningkat.



Gambar 6. Kekuatan (MOR) kayu pada masing-masing tegakan.
Total contoh uji 30 buah, masing-masing 3 buah dari pohon 1&2, 5 buah dari pohon 3&4, dan 7 buah dari pohon 5&6

Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keteguhan tekan sejajar serat kayu jati cepat tumbuh dengan jarak tanam 2 m x 2 m secara umum juga tidak berbeda nyata dibandingkan dengan keteguhan tekan sejajar serat kayu jati cepat tumbuh dari tegakan 3 m x 3 m (Gambar 7). Hasil analisis sidik ragamnya memperlihatkan bahwa keteguhan tekan sejajar serat tidak bergantung pada jarak tanam. Dengan demikian maka keteguhan tekan sejajar serat kayu jati yang diteliti berkisar antara 335-420 kg/cm² dengan nilai rata-rata 381.25 kg/cm². Nilai ini diperoleh pada saat rata-rata KA kayu sebesar 14.78%.



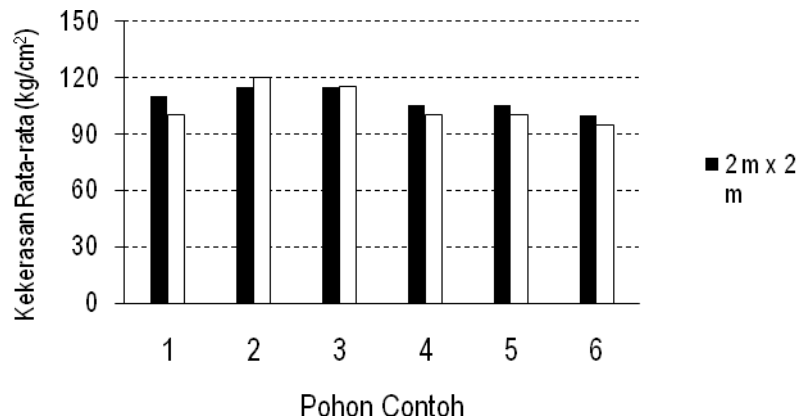
Gambar 7. Keteguhan tekan sejajar serat kayu pada masing-masing tegakan.
Total contoh uji 30 buah, masing-masing 3 buah dari pohon 1&2, 5 buah dari pohon 3&4, dan 7 buah dari pohon 5&6

Secara umum rata-rata nilai keteguhan tekan sejajar serat kayu jati cepat tumbuh hasil penelitian ini berbeda dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian terdahulu. Menurut Martawijaya *et al.* (2005), rata-rata nilai keteguhan tekan sejajar serat kayu jati tua (tanpa menyebutkan umur tegakannya) adalah 550 kg/cm², sedangkan Nestri (2014) dengan kayu jati unggul umur 5 tahun memperoleh rata-rata keteguhan tekan sejajar serat sebesar 320 kg/cm².

Sama halnya dengan MOR, hasil pengukuran memperlihatkan bahwa pada jarak tanam 2 m x 2 m, keteguhan tekan sejajar serat pada kayu yang berasal dari pohon yang berdiameter besar cenderung lebih rendah; sedangkan pada jarak tanam 3 m x 3 m cenderung lebih tinggi. Fenomena ini membuktikan bahwa keteguhan tekan sejajar serat juga berkorelasi positif dengan BJ kayu sebagaimana Tsoumis (1991). Semakin tinggi BJ kayu, maka keteguhan tekan sejajar serat nya juga cenderung meningkat.

Kekerasan Sisi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan sisi kayu jati cepat tumbuh dari tegakan dengan jarak tanam 2 m x 2 m secara umum tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kekerasan sisi kayu jati cepat tumbuh dari tegakan 3 m x 3 m (Gambar 8). Hasil analisis sidik ragamnya memperlihatkan bahwa nilai kekerasan sisi tidak bergantung pada jarak tanam. Dengan demikian maka kekerasan sisi kayu jati cepat tumbuh yang diteliti berkisar antara 95-120 kg/cm² dengan nilai rata-rata sebesar 106.67 kg/cm². Nilai ini juga diperoleh pada saat kayu dalam kondisi kering udara (rata-rata KA kayu sebesar 14.75%).



Gambar 8. Kekerasan sisi rata-rata pada masing-masing tegakan. Total contoh uji 30 buah, masing-masing 3 buah dari pohon 1&2, 5 buah dari pohon 3&4, dan 7 buah dari pohon 5&6

Secara umum rata-rata nilai kekerasan sisi kayu jati cepat tumbuh hasil penelitian ini berbeda dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian terdahulu. Menurut Martawijaya *et al.* (2005), rata-rata nilai kekerasan sisi kayu jati tua (tanpa menyebutkan umur tegakannya) adalah 428 kg/cm², sedangkan Nestri (2014) dengan kayu jati unggul umur 5 tahun memperoleh rata-rata kekerasan kayu sebesar 99 kg/cm².

Berbeda dengan MOR dan keteguhan tekan sejajar serat, hasil penelitian membuktikan bahwa tidak ada hubungan yang erat antara BJ kayu dengan nilai kekerasannya. Secara umum rata-rata kekerasan kayu tidak bergantung pada jarak tanam mau pun dengan diameter batang. Fenomena ini membuktikan bahwa ada faktor lain selain BJ kayu yang mempengaruhi kekerasan permukaan kayu. Menurut Tsoumis (1991), kekerasan kayu lebih dipengaruhi oleh derajat kristalinitas, keberadaan zat ekstraktif dan kristal yang terdapat di dalam rongga sel. Semakin tinggi derajat kristalinitas, kadar ekstraktif dan kristal tersebut, maka kekerasan kayu cenderung meningkat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Jarak tanam lebih mempengaruhi kualitas pertumbuhan pohon terutama diameter batang, tinggi pohon total, tinggi pohon bebas cabang dan jumlah percabangan. Tebal kulit relatif tidak dipengaruhi oleh jarak tanam, meski jarak yang lebih lebar cenderung menghasilkan kulit batang yang lebih tipis.
2. Kadar air kondisi segar, kerapatan dan BJ kayu, MOE, MOR, keteguhan tekan sejajar serat dan kekerasan sisi rata-rata tidak dipengaruhi oleh jarak tanam.
3. Jarak tanam yang lebih sempit cenderung menghasilkan kualitas pertumbuhan pohon dan sifat fisis-mekanis kayu yang lebih baik.

Saran

Tanpa perlakuan penjarangan, maka pemilihan jarak tanam harus dilakukan dengan mempertimbangkan tujuan akhir penggunaan log yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhat KM, PB Priya. 2004. *Influence of provenance variation on wood properties of teak from Western Ghat Region in India*. IAWA Journal Vol. 25 (3): 273-282.
- Bowyer JL, R Shmulsky, JG Haygreen. 2003. *Forest Products and Wood Science: An Introduction*. Fourth Edition. IOWA State University Press, Ames, Iowa, USA.
- [BS]. British Standar. 1957. *Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber*. BS 373.
- Brown HP, AJ Panshin, CC Forsaith. 1994. *Textbook of Wood Technology*. Volume I. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Listyanto T, G Lukmandaru, C Pramadya, D Siswanto, N. Hattori. 2010. *Relationship between Wood Properties and Developed Drying Schedule of Inferior Teak (Tectona grandis L.f.) and Mahogany (Swietenia macrophylla King.)*. Wood Research Journal. Journal of Indonesian Wood Research Society. Vol.1 (2): 83-88.
- Mardikanto TR, L Karlinasari, ET Bahtiar. 2011. *Sifat Mekanis Kayu*. Bogor (ID): IPB Press.
- Martawijaya A, I Kartasujana, K Kadir, SA Prawira. 2005. *Atlas Kayu Indonesia*. Jilid 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Nestri AP. 2014. *Pengaruh Densifikasi terhadap Sifat Fisis dan Sifat Mekanis Kayu Jati (Tectona grandis L.f.) Cepat Tumbuh*. [Skripsi]. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Tidak Diterbitkan.
- [PKKI] Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia. PKKI N1-5. 1961. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik: Bandung.
- Prihatmaji YP, A Kitamori, S Murakami, K Komatsu. 2012. *Study on Mechanical Properties of Tropical Timber Hardwood Species: Promoting Javanese inferior timbers for traditional wooden houses*. Wood Research Journal. Journal of Indonesian Wood Research Society. Vol.3 (1): 44-54.
- Suryadi I. 2002. *Analisis Hubungan Kebutuhan Industri Penggergajian Rakyat dengan Sumber Bahan Baku Di Kecamatan Leuwiliang, Kabupaten Bogor*. [Skripsi]. Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Tidak Diterbitkan.
- Trockenbrodt M, J Josue. 1999. *Wood properties and utilisation potential of plantation teak (Tectona grandis) in Malaysia-a critical review*. Journal of Tropical Forest Product 5 (1) : 58-70 (1999).
- Tsoumis G. 1991. *Science and Technology of Wood. Structure, properties, and utilization*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Wahyudi I. 2000. *Study on Growth and Wood Qualities of Tropical Plantation Species* [Disertation]. Nagoya University, Japan.
- Wahyudi I, T Priadi, I S Rahayu. 2014. *Karakteristik dan Sifat-sifat dasar Kayu Jati Unggul Umur 4 dan 5 Tahun Asal Jawa Barat*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. Vol. 19 (1): 50-56.
- Zobel BJ, JP Van Buijtenen. 1989. *Wood Variation - Its causes and control*. Berlin. Springer Verlag.

STUDI MUTU KAYU LOKAL PULAU LOMBOK BERBASIS STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI 2002)

Buan Anshari, Aryani Rofaida, I Wayan Sugiarta, Pathurahman

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Email : buan.anshari@unram.ac.id

ABSTRAK

Kecenderungan pemakaian kayu akan terus meningkat, baik untuk keperluan struktural maupun industri. Hal ini perlu diimbangi dengan pengetahuan jenis kayu, sifat dan cara pengolahan kayu agar kayu dapat digunakan secara efektif dan efisien. Untuk memenuhi kebutuhan kayu yang semakin meningkat dimasa yang akan datang dan untuk memperoleh nilai manfaat kayu yang sebesar-besarnya. Studi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik atau mutu beberapa jenis kayu lokal dari Pulau Lombok. Jenis kayu yang diuji adalah 15 (lima belas) spesies kayu lokal seperti kayu Bajur, kayu Sentul, kayu Ketapang, Jukut, Bebatu dan lain lain. Karakteristik yang diteliti adalah sifat fisik antara lain kadar air dan berat jenis, kadar air sedangkan sifat mekaniknya antara lain Modulus Elastisitas, kuat tarik, kuat tekan, kuat lentur, dan kuat geser. Hasil studi Berdasarkan sifat fisik dari kayu-kayu lokal yang diteliti dalam studi ini menunjukkan beberapa jenis kayu dapat digunakan sebagai bahan bangunan struktural seperti kayu Jukut dan Bebatu dengan BJ berturut-turut 0.6 dan 0.7. Sifat mekanik menunjukkan hasil yang konsisten untuk mutu kayu Bebatu dan Jati Putih termasuk E26 ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik dan kuat geser sejajar serat.

Kata kunci : kayu lokal, sifat fisik, sifat mekanik

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pulau Lombok merupakan salah satu pulau selain Pulau Sumbawa yang merupakan wilayah administrasi Provinsi Nusa Tenggara Barat. Pulau Lombok memiliki luas sekitar 4.738,65 km² atau 23,51% dari luas wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Luas Kawasan hutan di Provinsi Nusa Tenggara Barat sesuai SK. Menteri Kehutanan No.598/Menhut-II/2009 tanggal 2 Oktober 2009 tentang Penunjukan Kawasan Hutan dan Perairan Provinsi NTB adalah seluas 1.046.959 ha, sedangkan luas daratan kawasan hutannya mencapai 1.035.838 ha. Kawasan hutan tersebut meliputi Hutan Konservasi seluas 179.165 ha, Hutan Lindung seluas 430.485 ha, Hutan Produksi Terbatas seluas 286.700 ha, Hutan Produksi Tetap seluas 150.609 ha. Indonesia memiliki potensi hutan sekitar 4.000 jenis kayu, dan diperkirakan 400 jenis diduga akan memegang peranan penting dikemudian hari. Dari 400 jenis tersebut 258 jenis yang diperdagangkan, paling tidak secara lokal. Sementara sampai tahun 1986 baru sekitar 95 jenis yang telah diteliti sifat dasarnya secara lengkap dan sifat dasar kayu lainnya baru sebagian diteliti (Mandang dan Martawijaya, 1987). Oleh karena itu, penelitian tentang sifat dasar kayu, khususnya kayu lokal penting dilakukan. Kecenderungan pemakaian kayu akan terus meningkat, baik untuk keperluan struktural maupun industri. Hal ini perlu diimbangi dengan pengetahuan tentang jenis kayu, sifat dan cara pengolahan kayu agar kayu dapat digunakan secara efektif dan efisien.

Penggunaan jenis jenis kayu lokal memiliki kelebihan, baik dari segi ekologi, ekonomi, maupun sosial. Oleh karena itu perlu analisa yang mendalam tentang pengembangan hutan tanaman unggulan lokal, khususnya kayu. Ketepatan pemilihan jenis kayu untuk sesuatu pemakaian memerlukan pengetahuan tentang sifat dasarnya. Sifat dasar tersebut, diantaranya berat jenis, kekuatan dan stabilitas dimensi. Faktor ini dipengaruhi oleh sifat anatomi kayu.

Kayu memiliki berbagai sifat, dan sifat-sifat tersebut sangat menentukan tingkat kualitas suatu jenis kayu. Salah satu sifat kayu yang memungkinkan untuk dijadikan dasar dalam menentukan kualitas suatu jenis kayu adalah melalui ciri-ciri atau sifat-sifat fisik yang terdapat pada kayu tersebut. Jenis jenis kayu yang diteliti

adalah 15 jenis kayu lokal (Nusa Tenggara Barat) khususnya dari Pulau Lombok yaitu Merak Hutan, Nangka, Berore, Jukut, Jati Putih, Bebatu, Kuluh, Juwet, Ketapang, Elak elak, Mangga, Dao, Bajur, Kemiri, Jati Coklat.

Penelitian ini bertujuan juga untuk mempelajari sifat fisik dan mekanik kayu kayu lokal di NTB berdasarkan pengujian Standar Nasional Indonesia agar dapat ditetapkan kelas acuan, dimensi serat berdasarkan nilai turunan serat, mutu kayu. Hasil studi ini dapat memberikan kontribusi ke Badan Standar Nasional khususnya SNI Struktur Kayu.

Penelusuran Literatur

Untuk mengetahui mutu dari berbagai jenis kayu harus ditinjau perilaku fisik seperti berat jenis, kadar air, kekerasan maupun mekanisnya antara lain kuat lentur, tarik, tekan, geser dan modulus elastisitasnya. Haygreen dan Bowyer (1982) menyatakan berat jenis dari sepotong kayu tergantung dari kadar air yang dikandungnya, berat jenis kayu bervariasi diantara berbagai jenis pohon dari satu jenis pohon yang sama. Variasi ini juga pada posisi yang berbeda dari satu pohon, adanya variasi jenis kayu tersebut disebabkan oleh perbedaan dalam zat penyusun dinding sel dan kandungan zat penyusun dinding sel dan kandungan zat ekstraktif per unit volume. Pengenalan atas sifat-sifat fisik dan mekanik akan sangat membantu dalam menentukan jenis-jenis kayu untuk tujuan penggunaan tertentu. Diharapkan dengan memahami sifat-sifat kayu dan jenis-jenis kayu untuk penggunaan tertentu akan semakin mengurangi ketergantungan konsumen akan suatu jenis kayu tertentu saja sehingga pemanfaatan jenis-jenis kayu yang semula belum dimanfaatkan akan semakin meningkat.

Rofaida, dkk.(2013) yang telah dilaksanakan adalah pengujian sifat fisik dan mekanis dari kayu Meranti, pengujian sifat fisik kayu yaitu kadar air rata rata dari 5 benda uji sebesar 28,83%, Kerapatan Massa = 933,48 kg/m³, sehingga Berat Jenis kayu Meranti besarnya = 0,947. Dan nilai Modulus Elastisitas kayu = 16.000 Mpa, maka kayu dikategorikan termasuk kayu dengan Kode Mutu E17.

Kayu-kayu yang beredar di pasaran sebagian besar berasal dari hutan alam yang dikelompokkan atas jenis-jenis komersial seperti kamper, bangkirai, keruing, kayu campuran (borneo). Karena kecepatan antara pemanenan dan penanaman tidak seimbang, menyebabkan pasokan kayu dari hutan alam kian menurun baik volume maupun mutunya yang mengakibatkan harga kayu menjadi relatif mahal. Sebagai bahan konstruksi bangunan, kayu sudah dikenal dan banyak dipakai sebelum orang mengenal beton dan baja. Dalam pemakaiannya kayu tersebut harus memenuhi syarat : mampu menahan bermacam-macam beban yang bekerja dengan aman dalam jangka waktu yang direncanakan; mempunyai ketahanan dan keawetan yang memadai melebihi umur pakainya; serta mempunyai ukuran penampang dan panjang yang sesuai dengan pemakaiannya dalam konstruksi. Kayu untuk komponen bangunan dari hutan alam pasokannya semakin menurun sejalan dengan degradasi hutan dan kenaikan kebutuhan akan kayu. Beberapa jenis kayu rakyat yang berasal dari hutan rakyat maupun tanaman kebun, dapat dikembangkan untuk komponen bangunan baik struktural maupun bukan struktural. Kayu rakyat pada umumnya berdiameter kecil, dari jenis cepat tumbuh dan tidak mendapatkan perlakuan silvikultur seperti kayu dari hutan tanaman, sehingga sifat kayunya umumnya kurang baik dibandingkan kayu dari hutan alam bahkan dari hutan tanaman sendiri. Kayu rakyat dapat dimanfaatkan untuk komponen bangunan rumah, jembatan, kapal dan tiang listrik. Sortimen kayu rakyat yang ada di pasaran umumnya tidak sesuai dengan persyaratan SNI.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Bahan Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram. Bahan penelitian berupa kayu lokal yang berasal dari Daerah Nusa Tenggara Barat khususnya dari Pulau Lombok, untuk pengujian ini diambil 15 jenis kayu (Merak Hutan, Nangka, Berore, Jukut, Jati Putih, Bebatu, Kuluh, Juwet, Ketapang, Elak elak, Mangga, Dao, Bajur, Kemiri, Jati Coklat) yang baru ditebang dan bebas cacat.

Jumlah Specimen

Jumlah benda uji dalam menentukan mutu dan klasifikasi kayu ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Specimen pengujian sifat fisik dan mekanik

Jenis Pengujian	Ukuran		Jumlah (buah)	Standar Acuan
	B (mm)	H (mm)		
Sifat Fisik				
-Kadar Air	50	50	8	SNI 03 6848 2002
-Berat Jenis	50	50	8	SNI 03 6848 2002
Sifat Mekanik				
-Uji Lentur	50	50	8	SNI 03 3960 1995
-Uji Tekan	50	200	8	SNI 03 3958 1995
-Uji Tarik	4,8	6,4	8	SNI 03 3399 1994
-Uji Geser	50	50	8	SNI 03 3400 1994
-Uji Modulus Elastisitas Lentur	50	50	8	SNI 03 3960 1995

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Kayu

Pengujian kadar air kayu dilaksanakan pada bulan Juni 2014 di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram. Pengujian dilakukan selama 1-2 minggu untuk semua jenis kayu dengan tujuan untuk mendapatkan berat kering oven yang benar-benar konstan. Nilai kadar air pada kayu berkisar antara 20.15% - 52.54% dengan kadar air rerata sebesar 35.11% untuk ke 15 jenis kayu lokal ini. Bila ditinjau dari berat jenis berkisar antara 0.27 sampai dengan 0.73 sehingga bervariasi dari berat jenis ringan sampai berat. BJ tertinggi dicapai pada kayu Nangka yaitu 0.73. Sedangkan berat jenis terendah terjadi pada kayu Merak Hutan. Secara umum kayu saat pengujian kadar air belum mencapai kondisi umum kayu kering udara Indonesia yaitu sekitar 12 – 18 %. Hasil selengkapnya pengujian kadar air dan berat jenis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Kadar Air dan Berat Jenis Kayu

Jenis Kayu	Kadar Air (%)		Berat Jenis	
	Tepi	Tengah	Tengah	Tepi
Merak Hutan	17,96	22,26	0,247	0,271
Nangka	28,70	48,33	0,621	0,733
Berore	47,79	92,16	0,404	0,436
Jukut		51,50		0,609
Jati Putih	19,00	21,57	0,417	0,468
Bebatu	-	27,77	-	0,683
Kuluh	25,29	52,54	0,280	0,327
Juwet	25,34	30,52	0,351	0,385
Ketapang	-	29,20	-	0,532
Elak elak	20,04	29,53	0,327	0,415
Mangga	19,24	24,78	0,625	0,669
DAO	19,76	23,12	0,312	0,343
Bajur	19,01	20,15	0,309	0,345
Kemiri	17,07	31,365	0,292	0,382
Sentul	18,21	21,91	0,347	0,390

Sifat Mekanik Kayu

a. Kuat tekan sejajar serat

Hasil pengujian kuat tekan sejajar serat kayu-kayu lokal ini berkisar antara 18.7 sampai 52.86 MPa dimana capaian tertinggi terjadi pada kayu Bebatu dengan kuat tekan mencapai 45.34 MPa pada bagian tengah dan 52.86 MPa pada bagian tepi dari penampang kayu. Ditinjau dari kode mutu berdasarkan RSNI 2002 mutu kayu berkisar diantara E10 sampai E26 dimana E26 dicapai oleh kayu Nangka, kayu Jati Putih, dan kayu Bebatu. Sedangkan mutu terendah (E10) dicapai oleh kayu Kuluh dan kayu Kemiri yang kuat

tekannya berkisar antara 18-24 MPa. Hasil lengkap dari hasil uji tekan ke 15 jenis kayu lokal ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Kuat Acuan Tekan Kayu sejajar serat

Jenis Kayu	Kuat Tekan (Mpa)		Mutu Kayu	
	Tengah	Tepi	Tengah	Tepi
Merak Hutan	25,95	27,97	E11	E12
Nangka	38,63	46,86	E20	E26
Berore	19,02	21,88	-	-
Jukut	34,01	38,98	E17	E20
Jati Putih	41,80	46,59	E22	E26
Bebatu	45,34	52,86	E25	E26
Kuluh	18,70	24,31	-	E10
Juwet	32,50	38,33	E16	E19
Ketapang	34,34	39,39	E17	E20
Elak elak	27,13	35,20	E12	E18
Mangga	30,24	35,27	E14	E18
DAO	27,82	32,99	E12	E16
Bajur	23,05	32,30	E10	E16
Kemiri	24,75		E10-E11	
Jati Coklat	27,06	32,61	E12	E16

b.Kuat tarik sejajar serat

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik sejajar serat 15 jenis kayu lokal ini yang dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram, hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik kayu-kayu ini berkisar antara 11.3 MPa sampai 58.7 MPa untuk kayu bagian tengah dan 18.4-103.1 untuk kayu bagian tepi. Nilai kuat tarik rerata adalah 28.1 MPa dan 57.5 MPa untuk berturut-turut kayu bagian tengah dan bagian tepi. Tabel 3 juga menunjukkan bahwa kayu yang mencapai nilai kuat tarik tertinggi adalah kayu Jati Putih untuk bagian tepi dan tengah, disusul kayu Bebatu dan Jukut yang mencapai nilai diatas 60 MPa nilai kuat tariknya. Kayu yang paling lemah terhadap gaya tarik adalah Merak Hutan dan Kemiri yang hanya mencapai 11-14 MPa nilai kuat tariknya. Bila dilihat dari kode mutu kayu terlihat bahwa nilai kuat tarik kayu mendekati nilai kuat tekan kayu sejajar serat yaitu masuk dalam mutu E26 khususnya untuk kayu Bebatu dan Jati Putih.

Tabel 4. Pengujian Kuat Acuan Tarik Kayu

Jenis Kayu	Kuat Tarik Rata-Rata (MPa)		Kode Mutu	
	Tengah	Tepi	Tengah	Tepi
Merak Hutan	11,267	18,447	-	E11
Nangka	21,459	41,011	E12	E19
Berore	36,396	50,787	E17	E22
Jukut	26,359	68,712	E13	E26
Jati Putih	58,667	103,129	E25	E26
Bebatu	-	62,542	-	E26
Kuluh	30,466	39,544	E15	E18
Juwet	28,248	71,938	E14	E26
Ketapang	28,248	53,304	E14	E23
Elak elak	26,408	37,874	E13	E17
Mangga	24,475	73,903	E13	E26
DAO	31,812	47,589	E15	E21
Bajur	39,680	57,665	E18	E25
Kemiri	14,186	38,513	-	E18
Jati Coklat	15,490	40,571	-	E18

c. Kuat geser sejajar serat

Pelaksanaan pengujian kuat geser sejajar serat untuk ke 15 (lima belas) jenis kayu ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram, hasil pengujian kuat geser semua benda uji ini dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai kuat geser sejajar serat cukup bervariasi yang berkisar antara 1.85 sampai 6.6 MPa untuk kayu bagian tengah dan 3.8-9.5 MPa untuk kayu bagian tepi, dengan nilai rerata berturut 3.9 dan 6.1 MPa. Bila mengacu ke kode mutu kayu menurut SNI maka nilai kuat geser sejajar serat konsisten dengan hasil uji tekan dan tarik dimana kayu Jukut, Jati Putih dan Bebatu termasuk dalam mutu E26.

Tabel 5. Hasil kuat geser langsung

Jenis Kayu	Kuat Geser Rerata (MPa)		Kode Mutu	
	Tengah	Tepi	Tengah	Tepi
Merak Hutan	2,938	4,506	-	E11
Nangka	6,043	7,854	E22	E26
Berore	3,901	6,696	-	E26
Jukut	4,750	6,762	E13	E26
Jati Putih	4,511	6,967	E13	E26
Bebatu	7,114	9,517	E26	E26
Kuluh	1,850	4,997	-	E14
Juwet	2,975	4,380	-	E10
Ketapang	2,856	5,913	-	E21
Elak elak	2,969	4,682	-	E12
Mangga	6,592	8,193	E23	E26
Dao	2,515	3,761	-	-
Bajur	2,887	6,243	-	E23
Kemiri	2,872	4,681	-	E12
Sentul	3,546	6,587	-	E25

Tabel 6. Hasil pengujian Kuat Acuan Lentur Kayu

Jenis Kayu	Kuat Lentur (Mpa)	Mutu Kayu
Merak Hutan	16,199	E10-E11
Nangka	29,674	E13-E14
Berore	9,596	-
Jukut	23,087	E13-E14
Jati Putih	27,176	E15-E16
Bebatu	37,689	E16-E17
Kuluh	14,370	-
Juwet	10,391	-
Ketapang	29,117	E13-E14
Elak elak	14,505	-
Mangga	29,825	E13-E14
DAO	23,029	E12-E13
Bajur	17,856	-
Kemiri	19,082	E10-E11
Jati Coklat	20,300	E11-E12

d. Kuat lentur

Hasil pengujian kuat lentur kayu dengan sampel 15 jenis kayu dengan alat *Universal Testing Machine* seperti terlihat di Tabel 6. Nilai kuat lentur berkisar antara 9.6 MPa sampai 37.7 MPa yang diwakili oleh berturut-turut kayu Berore dan kayu Bebatu. Adapun nilai rerata kuat lentur adalah sekitar 21.45 MPa. Berdasarkan kode mutu menurut SNI kekuatan lentur kayu-kayu lokal ini lebih rendah (E17) bila dibandingkan dengan dari hasil uji tekan, uji tarik dan uji geser yang mencapai E26 karena terbatasnya specimen yang diuji sehingga nilai validitasnya relatif rendah dan juga diambil secara acak tanpa membedakan bagian tepi dan bagian tengah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Berdasarkan sifat fisik dari kayu-kayu lokal yang diteliti dalam study ini menunjukkan beberapa jenis kayu dapat digunakan sebagai bahan bangunan struktural seperti kayu Jukut dan Bebatu dengan BJ berturut-turut 0.6 dan 0.7
- b. Berdasarkan sifat mekanik menunjukkan hasil yang konsisten untuk mutu kayu Bebatu dan Jati Putih termasuk E26 ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik dan kuat geser sejajar serat, walaupun bila ditinjau dari kuat lentur untuk dua jenis kayu di atas sedikit lebih rendah dari mutu tersebut yaitu E17

Saran

Adapun saran-saran yang bisa memperkaya penelitian ini adalah

- a. Untuk pengujian kadar air harus mengalokasi waktu yang lebih lama atau memerlukan tambahan media untuk membantu mempercepat pengeringan kayu agar tercapai kadar air di bawah 20% sebagai syarat untuk kayu struktural
- b. Untuk pengujian kuat lentur perlu diteliti lagi pembacaan beban lendutan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan mutu kayu yang sesuai dengan sifat mekanik lainnya
- c. Direkomendasikan perlu penelitian lanjutan untuk aplikasi bahan-bahan kayu lokal untuk komponen struktural seperti balok, kolom ataupun pelat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1994, SNI 03 3399 1994, Metode Pengujian Kuat Tarik Kayu di Laboratorium, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Anonim, 1994, SNI 03 3400 1994, Metode Pengujian Kuat Geser Kayu di Laboratorium, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Anonim, 1995, SNI 03 3958 1994, Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Anonim, 1995, SNI 03 3959 1994, Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboratorium, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Anonim, 1995, SNI 03 3960 1994, Metode Pengujian Modulus Elastisitas Lentur Kayu di Laboratorium, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Rofaida, A., Sugiartha, W., Pathurahman, Anshari, B., 2013, Investigasi Mutu Kayu Lokal berbasis Standard Nasional Indonesia, Laporan Penelitian, Universitas Mataram, Mataram
- Haygreen, JG, and JI Bowyer, 1982, Forest Product and Wood Science An Introduction, Iqwa University Press, USA.
- Mandang Y. I. dan A. Martawijaya, 1987. Pemanfaatan jenis kayu kurang dikenal. Prosiding Diskusi Pemanfaatan Kayu Kurang Dikenal. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.

PEMANFAATAN JATI-JPP SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI

Novinci Muharyani, Dian Rodiana, Corryanti

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perum Perhutani
Jalan Wonosari Batokan Tromol Pos 6 Cepu Jawa Tengah

ABSTRAK

Penggunaan kayu jati sebagai bahan baku industri (BBI) di Perum Perhutani biasa berasal dari tegakan yang sudah diteres dengan umur lebih dari 20 tahun dan berdiameter di atas 20 cm. Pemenuhan kayu jati sebagai BBI pada industri kayu saat ini menjadi kendala, terutama kualitas dan kuantitasnya, dan hal ini perlu diatasi. Kayu jati-JPP, merupakan produk pemuliaan selama kurun waktu 20 tahun, yang diharapkan dapat menjadi alternatif dalam memasok kebutuhan kayu industri. Uji coba pemanfaatan kayu jati-JPP sebagai bahan baku industri kayu menggunakan materi JPP-PHT I dan II, berumur 9 tahun berdiameter 16-25 cm, panjang 100 cm. Dalam proses produksinya, kayu sampel dipotong dalam bentuk papan, dikering tanurkan dan kemudian dipotong sesuai ukuran produk *flooring* yang akan dibuat. Produk yang dihasilkan dari pemanfaatan kayu JPP adalah berupa *flooring T & G* lebar 90 mm, *flooring T & G* lebar 70 mm dan *FJL flooring* lebar 90 mm dengan rendemen 25,9 % dengan klasifikasi mutu produk termasuk pada mutu C.

Kata kunci : Jati-JPP

PENDAHULUAN

Perum Perhutani, BUMN kehutanan, mengelola hutan di pulau Jawa seluas tidak kurang dari 2,4 juta hektar. Luas hutan produksi berdasarkan kelas perusahaan berturut-turut adalah jati (62,27%), pinus (27,35%), mahoni (4,85%), damar (1,37%), mangium (1,17%) dan sisanya untuk peruntukan lain-lain (Anonim, 2012). Penanaman kayu jati-JPP di lahan Perhutani kini telah mencapai ± 200.000 Ha, dengan penerapan tanaman panca usaha kehutanan, yaitu penyiapan bibit unggul, persiapan lapangan, pemupukan, pemeliharaan dan penjagaan keamanan.

Tegakan jati-JPP dengan klon unggul PHT I dan II menunjukkan mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi hingga 66% dan pertumbuhan diameter pohon hingga 100% dibandingkan dengan pertumbuhan tegakan jati berdasarkan tabel WvW bonita IV pada umur yang sama (Wibowo, dkk. 2014). Masih menurut Wibowo, dkk. (2014) pula, jati-JPP umur 9 tahun menghasilkan volume kayu berdiri sebesar 156,75 m³/ha atau riap volume 17,4 m³/ha/th, dan berdasarkan hasil tebangan menunjukkan log dengan sebaran diameter 20-29 cm mencapai 69,51%. Potensi pertumbuhan jati-JPP yang menjanjikan ini menjadi sebuah harapan, apalagi jati pada kelas umur kelas umur tua semakin menurun dewasa ini.

Industri kayu Perhutani untuk produk *finish flooring* rata-rata 1.074,8 m²/tahun (Anonim, 2012), dengan kebutuhan BBI kayu jati di Perhutani pada tahun 2014 adalah sebanyak 153.982 m³, kebutuhan ini akan meningkat terus dari tahun ke tahun. Kajian pemanfaatan kayu jati-JPP dimaksudkan untuk mengetahui optimalisasi penggunaan kayu jati-JPP sebagai bahan baku untuk industri kayu.

METODA PENELITIAN

Pemanfaatan kayu jati-JPP sebagai bahan baku industri masih dalam tahap uji coba (skala penelitian), menggunakan contoh kayu jati JPP vegetatif umur 9 tahun asal tanaman di wilayah KPH Ngawi dengan sampel log ukuran panjang 100 cm dan diameter berkisar antara 16-25 cm. Pemilihan ukuran log menyesuaikan mesin produksi yang tersedia. Sampel kayu berupa kayu basah dan telah mengalami pengondisian selama ± 9 bulan sebelum proses. Kadar air kayu sebelum dikeringkan 22% dan setelah pengeringan diperoleh kadar air kayu 8-10%.

Proses pengerjaan dilakukan di Industri Kayu Cepu (saat ini dinamai KBM Industri Kayu Sub Region Cepu), produk yang dihasilkan adalah produk *engineering*, yaitu *flooring T & G* ukuran lebar 70 dan 90 mm dan *flooring FJL* ukuran lebar 90 mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk *flooring T and G* dan *FJL flooring* dihasilkan sebanyak 0,109 m³ atau rendemen 25,9% dari bahan baku yang digunakan. Rendemen sebesar 25,9% termasuk standar jika dibandingkan dengan rendemen produk apabila menggunakan BBI yang berasal dari kayu jati tua yaitu berkisar antara 20-30% (Anonim 2013).



Gambar 1. Produk akhir pemanfaatan kayu jati-JPP umur 9 tahun : *Flooring T & G* lebar 90 mm (kiri), *Flooring T & G* lebar 70 mm (tengah) dan *FJL Flooring* lebar 90 mm (kanan)

Penggunaan bahan kayu sebagai bahan baku industri perlu memperhatikan beberapa hal, sebagaimana Kasmudjo (2001) menyatakan penggunaan kayu untuk tujuan produk *moulding*, mebelair dan lainnya perlu memenuhi beberapa syarat umum yaitu: kekerasan dan kekuatan menengah ke atas (kelas kuat II-III), sifat keawetan alami cukup (kelas awet II-III), mudah dan dapat dikeringkan dengan baik, sifat retak dan pecah yang minimal, mengandung zat resin yang sedikit, tekstur kayu agak halus hingga halus serta cukup mudah untuk di-*finishing*.

Berdasarkan data yang ada, kayu jati JPP yang digunakan memiliki BJ 0,57 (kelas kuat kayu III) dengan sifat pengerjaan sangat baik (Tabel 1.), sejalan dengan Martawijaya, dkk. (2005) yang menyatakan bahwa kayu jati mudah dikerjakan baik dengan mesin maupun dengan alat tangan.

Tabel 1. Hasil Pengujian sifat pengerjaan kayu jati-JPP

No	Parameter	Rerata Bebas Cacat	Rerata Cacat Kayu	Kualitas
1.	Pengetaman	75,25	24,75	Baik
2.	Pembentukan	83,5	16,5	Sangat baik
3.	Pengampelasan	83	17	Sangat baik
4.	Pemboran	72,75	27,25	Baik
5.	Pembubutan	88,25	11,75	Sangat baik
6.	Rerata		19,45	Sangat baik

Sumber: Hasil pengujian di Pustekolah Bogor, 2013.

Produk *flooring* kayu jati-JPP secara visual menampilkan kandungan kayu gubal, sehingga secara mutu dikategorikan dalam mutu C (Tabel 1). Berdasarkan hal tersebut, produk ini perlu dilakukan upaya peningkatan mutu menjadi mutu B dengan dilakukan *finishing*. Penerapan sentuhan akhir *finishing* secara analisis bisnis dapat memberikan margin keuntungan sebesar 27% (Anonim 2013). Variasi produk pada uji coba kali ini adalah sebagai berikut:

1. *Flooring FJL* ukuran lebar x tebal x panjang = 90 x 15 x 1200 mm
2. *Flooring T and G* ukuran lebar x tebal x panjang = 70 x 15 x 250-1000 mm
3. *Flooring T and G* ukuran lebar x tebal x panjang = 90 x 15 x 220-1000 mm

Tabel 2. Kriteria mutu produk *flooring*

No	Karakteristik	Mutu		
		A	B	C
1	Mata kayu sehat	1 buah, $\varnothing \leq 10\text{mm}$ 2 buah, $\varnothing \leq 10\text{mm}$, jarak $> 1\text{ m}$	2 buah, $\varnothing \leq 10\text{mm}$ Jarak $\geq 30\text{ cm}$	3 buah, $\varnothing \leq 10\text{mm}$
2	Serat mahkota	Sedang Jarak $\leq 10\text{ cm}$	Rapat Jarak $> 10\text{ cm}$	Rapat/diperkenankan
3	Alur hitam	Diperkenankan, luas $\leq$ 25% dari luas permukaan	Diperkenankan, luas $>$ 25% dari luas permukaan	Diperkenankan, luas $\geq 50\%$ dari luas permukaan
4	Kayu gubal	Tidak diperkenankan	Diperkenankan satu muka bersih	Diperkenankan

Sumber : Anonim (2013)

Secara visual jati-JPP pada umur 9 tahun masih menunjukkan porsi kayu gubal yang cukup tebal, dan kayu gubal yang tebal tentu akan mempengaruhi mutu produk yang dihasilkan. Penelitian Sumarni, dkk. (2007) mengatakan prosentase kayu teras kayu jati JPP umur 5 dan 7 tahun adalah 28,85%.

Peningkatan mutu produk kayu jati JPP pada level *finishing* diharapkan dapat menutupi kekurangan kayu gubal yang tebal, mata kayu dan warna produk menjadi lebih seragam yang dapat disesuaikan dengan keinginan pasar. Pilihan terhadap bahan *finishing* perlu diarahkan pada bahan-bahan yang ramah lingkungan atau berbahan baku alami sehingga selain keindahan yang dapat diperoleh, juga keamanan terhadap kesehatan dalam menggunakan produk. Ketahanan suatu produk terhadap agen biologis perusak kayu, terutama pada kayu muda serta kandungan kayu gubal yang masih relatif tinggi, disarankan perlu dipikirkan pengawetan kayu sehingga daya tahan dan masa pakai produk dapat ditingkatkan.

KESIMPULAN

Kayu jati JPP dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri di Perhutani dengan memperhatikan beberapa hal yaitu:

1. Memanfaatkan industri yang sudah berkembang di Perhutani, maka ukuran diameter batang jati-JPP dapat menyesuaikan perangkat mesini olah terpasang, yaitu meliputi proses pemotongan log kayu, proses pengkondisian dan pengeringan kayu.
2. Untuk meningkatkan kualitas kayu penyempurnaan pada tahap proses *finishing* produk jati-JPP perlu dikembangkan
3. Pengawetan pada produk kayu jati-JPP harus dilakukan, agar kayu dapat menyamai kualitas tahan lamanya dengan kayu jati yang dikenal selama ini berumur tua.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. *Kajian Kualitas Kayu JPP*. Tidak dipublikasikan. Puslitbang Perhutani. Cepu
- Anonim. 2012. *Statistik Perum Perhutani Tahun 2006-2010*. Perum Perhutani. Jakarta.
- Kasmudjo. 2001. *Kayu sebagai Bahan Baku Industri*. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, K. Kadir, S. A. Prawira. 2005. *Atlas Kayu Indonesia Jilid I*. Departemen Kehutanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Sumarni, G., M. Muslich, N. Hadjib, Krisdianto, G. Pari dan K. Yuniarti. 2007. *Sifat Dasar Jati Plus Perhutani (5 dan 7 tahun) dan Jati Ngawi (15 dan 35 tahun)*. Laporan Penelitian. Puslitbang Hasil Hutan. Balitbang Kehutanan. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Wibowo, A., Sutijasno, A. Pramudita, U.I. Nurvana. 2014. *Perkembangan Perhutanan Klon Perum Perhutani*. Diseminasi Hasil Litbang Jati. Tanggal 4 September 2014. Madiun.

KARAKTERISTIK PAPAN SEMEN DARI BAHAN BAKU LOKAL (HUTAN RAKYAT SULAWESI SELATAN)

Nurul Aini S¹⁾, Anita F¹⁾ dan Suhasman²⁾

¹⁾Pusat Litbang Permukiman Kementerian PU, Bandung

²⁾Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar

E-mail: nurulaini657@yahoo.co.id

ABSTRAK

Produk komposit yang dapat dikembangkan untuk mengatasi kebutuhan bahan bangunan rumah murah adalah papan semen. Papan ini tahan terhadap serangan rayap yang menjadi hama perusak utama bangunan berkayu dan juga mempunyai jangka waktu pemakaian yang relatif lama. Saat ini kebutuhan kayu cenderung diperoleh dari hutan tanaman industri maupun hutan tanaman rakyat. Jenis tanaman pada hutan tersebut menjadi unggulan sebagai bahan baku lokal. Upaya untuk mengantisipasi potensi bahan baku lokal tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkannya dalam pembuatan papan semen. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen untuk mengevaluasi karakteristik papan semen dari bahan baku lokal. Bahan baku lokal yang digunakan berasal dari hutan rakyat di Sulawesi Selatan antara lain akasia (*Acacia auriculiformis*), jabon (*Anthocephalus cadamba*), lento-lento (*Athropyllum diversifolium*), kemiri (*Aleurites moluccana*), pulai (*Alstonia sp.*) dan bambu betung (*Dendrocalamus asper*). Pembuatan papan semen menggunakan perbandingan partikel, semen dan air: 1 : 2,5 : 1,25 dengan kerapatan target 1,2 g/cm³ dan ketebalan 1 cm. Karakteristik papan semen yang dibuat dari beberapa jenis bahan baku lokal bervariasi. Papan semen dengan bahan baku kayu akasia mempunyai karakteristik yang terbaik. Selain kayu akasia, pengembangan untuk pembuatan papan semen yang cukup menjanjikan adalah kayu jabon dan kayu pulai.

Kata kunci: karakteristik, papan semen, bahan baku lokal

PENDAHULUAN

Salah satu jenis produk komposit yang dapat dikembangkan untuk mengatasi kebutuhan bahan bangunan rumah murah adalah papan semen. Papan ini tahan terhadap serangan rayap yang menjadi hama perusak utama bangunan berkayu dan juga mempunyai jangka waktu pemakaian yang relatif lama. Selain itu papan semen dapat memanfaatkan berbagai jenis bahan lignoselulosa baik kayu maupun non kayu.

Kebutuhan kayu saat ini cenderung diperoleh dari hutan tanaman industri maupun hutan tanaman rakyat. Jenis tanaman pada hutan tersebut menjadi unggulan sebagai bahan baku lokal. Beberapa bahan baku lokal dari hutan rakyat di Sulawesi Selatan yang dapat dimanfaatkan untuk bahan baku dalam pengembangan papan semen antara lain kayu akasia (*Acacia auriculiformis*), kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*), kayu lento-lento (*Athropyllum diversifolium*), kayu kemiri (*Aleurites moluccana*), kayu pulai (*Alstonia sp.*) dan bambu betung (*Dendrocalamus asper*).

Ketahanan terhadap agen biodeteriorasi membuat produk ini tidak hanya unggul dari sisi kualitas apabila dikaitkan dengan karakteristik fisik dan mekanisnya, tetapi juga memiliki jangka waktu pemakaian yang lebih lama. Hal ini dapat terjadi karena serangan rayap merupakan salah satu agen perusak kayu dan bahan lignoselulosa paling berbahaya selama ini.

Dari sisi keunggulan lokal, pengembangan papan semen sangat strategis dalam usaha memenuhi kebutuhan bahan bangunan untuk komponen rumah murah. Hal ini dikarenakan di daerah juga tersedia industri semen yang dapat mendukung ketersediaan bahan baku. Dengan kondisi demikian, pengembangan papan semen tidak hanya dapat menjadi strategi pemenuhan kebutuhan lokal tetapi dapat pula menjadi pendorong usaha-usaha sejenis yang dapat dilakukan di daerah dengan memanfaatkan keunggulan lokalnya masing-masing.

Beberapa penelitian telah mengindikasikan bahwa tingkat kesesuaian masing-masing jenis bahan baku sangat bervariasi. Meskipun merupakan bahan lignoselulosa, namun terdapat jenis yang sangat sesuai

sebagai bahan baku papan semen, namun di sisi lain ada pula bahan yang sangat tidak sesuai. Oleh karena itu permasalahan pertama yang perlu dijawab adalah jenis-jenis bahan baku lokal yang mana saja yang potensial dikembangkan sebagai bahan baku papan semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesesuaian bahan baku serta mengetahui karakteristik papan semen dari bahan baku lokal terutama yang terdapat di Sulawesi Selatan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental untuk mengevaluasi karakteristik papan semen dari berbagai jenis bahan baku. Evaluasi kesesuaian jenis bahan baku dilakukan melalui dua pendekatan yaitu pengukuran suhu hidrasi dan pengujian karakteristik papan semen yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan berasal dari hutan rakyat yaitu kayu akasia (*Acacia auriculiformis*), kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*), kayu lento-lento (*Athropyllum diversifolium*), kayu kemiri (*Aleurites moluccana*), kayu pulai (*Alstonia sp.*) dan bambu betung (*Dendrocalamus asper*). Pengukuran suhu hidrasi dilakukan dengan mencampur bahan baku, semen, dan air dengan perbandingan 1 : 13,3 : 6,75. Ukuran bahan baku yang digunakan adalah lolos saringan 40 mesh dan tertahan pada saringan 60 mesh. Ketiga bahan tersebut dicampur menjadi satu lalu ditempatkan dalam wadah gelas plastik ukuran 450 ml. Wadah gelas plastik lalu ditempatkan ke dalam kotak styrofoam kedap udara. Ke dalam campuran tersebut ditancapkan tabung reaksi yang di dalamnya telah diisi dengan minyak barco. Pergerakan suhu eksotermik reaksi direkam selama 24 jam dengan interval 1 jam. Kecepatan dan ketinggian suhu reaksi merupakan indikator kesesuaian bahan baku yang digunakan dalam pembuatan papan semen. Suhu reaksi campuran bahan ligan selulosa-semen-air yang mendekati suhu reaksi semen-air merupakan bahan baku yang dianggap paling sesuai dalam pembuatan papan semen.

Selain melalui pengujian suhu hidrasi, evaluasi kesesuaian jenis bahan baku juga diuji dari karakteristik papan semen yang dihasilkan. Partikel yang telah diseragamkan ukurannya kemudian direndam dengan air dalam wadah pada suhu kamar selama 48 jam dan mengganti airnya tiap 24 jam. Hal ini dimaksudkan untuk melarutkan zat-zat ekstraktif yang terdapat dalam partikel. Partikel tersebut kemudian diangin-anginkan sampai mencapai kadar air sekitar 30%.

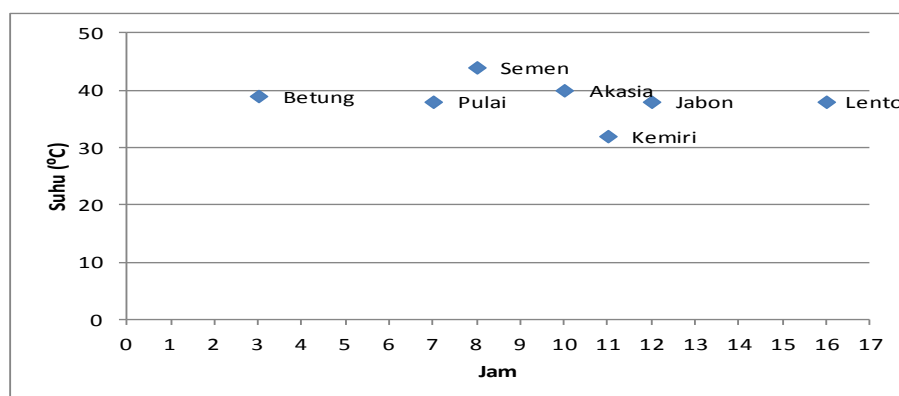
Papan semen dibuat dengan perbandingan partikel, semen dan air adalah 1 : 2,5 : 1,25. Setiap papan dibuat dengan kerapatan sasaran 1,2 g/cm³ dan ketebalan sasaran 1 cm. Permukaan papan yaitu depan (*face*), belakang (*back*) menggunakan partikel yang lebih halus sedangkan untuk bagian tengah (*core*) menggunakan partikel yang lebih kasar dengan perbandingan 15% : 70% : 15%. Adonan dibuat dengan mencampur partikel, semen dan air sampai homogen. Campuran tersebut kemudian dicetak dalam cetakan berukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm di atas plat besi yang dilapisi plastik transparan. Campuran yang telah disusun dalam cetakan pada plat besi kemudian dikempa sampai ketebalan 1 cm. Plat besi yang berisikan campuran yang telah dipress, diisolasi sekelilingnya dan dibiarkan pada suhu kamar selama 24 jam untuk mencapai proses *setting*.

Papan yang telah mengalami proses *setting* tersebut kemudian dikondisikan dengan suhu dan kelembaban yang sesuai dengan kondisi lingkungannya. Pengondisian tersebut berlangsung selama 4 minggu. Pembuatan benda uji dan pengujian sifat fisik dan mekanis dengan merujuk pada Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908 2003. Sifat fisik yang diuji meliputi kerapatan, kadar air, daya serap air dan pengembangan tebal, sedangkan sifat mekanis yang diuji meliputi keteguhan patah atau *modulus of rupture* (MOR), modulus elastisitas atau *modulus of elasticity* (MOE), serta keteguhan rekat atau *internal bond*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

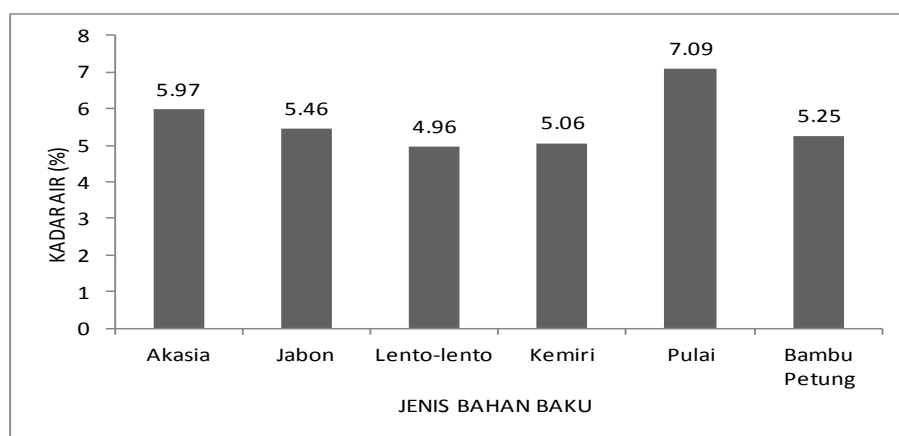
Hasil pengujian suhu hidrasi disajikan pada Gambar 1. Data pada Gambar 1 menunjukkan bahwa jenis bahan baku yang memiliki suhu hidrasi paling tinggi dibandingkan jenis-jenis bahan baku lainnya adalah kayu akasia. Suhu yang dicapainya hanya lebih rendah 4°C dibandingkan dengan kontrol. Meskipun demikian, dari gambar tersebut tampak bahwa kayu akasia bukanlah jenis bahan baku yang paling cepat mencapai suhu puncak. Jenis bambu betung dan pulai, masih lebih cepat dalam mencapai suhu puncak meskipun nilainya lebih rendah. Bambu betung dan kayu pulai bahkan mencapai suhu puncak lebih cepat dibandingkan kontrol (semen + air). Data tersebut mengindikasikan bahwa reaksi eksotermik yang terjadi pada bambu betung dan kayu pulai mencapai puncaknya dalam waktu relatif singkat. Hanya saja suhu puncak yang dicapainya relatif rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa sebenarnya suhu eksotermik tersebut sedang bergerak naik, hanya

saja dikarenakan adanya faktor penghambat dalam bahan baku, maka kenaikan suhu tersebut tidak mampu mencapai tingkat maksimal sebagaimana yang dicapai pada kontrol. Fenomena berbeda terjadi pada kayu akasia dengan suhu puncak relatif tinggi (40°C) namun suhu tersebut dicapai dalam tempo yang relatif lambat yaitu pada jam ke-10 atau lebih lambat 2 jam dibandingkan dengan kontrol. Fakta ini mengindikasikan bahwa komponen kimia dalam kayu akasia lebih cenderung memperlambat terjadinya reaksi eksotermik dibandingkan menghambat terjadinya reaksi eksotermik tersebut. Apabila dihubungkan dengan mekanisme reaksi, dimana 24 jam pertama merupakan fase pembentukan kalsium-silikat-hidrat, maka ada harapan bahwa jenis kayu akasia akan menghasilkan papan semen dengan karakteristik yang lebih baik karena proses penghambatan reaksi tersebut terjadi dalam rentang 1/3 dari keseluruhan fase reaksi pembentukan kalsium silikat hidrat.



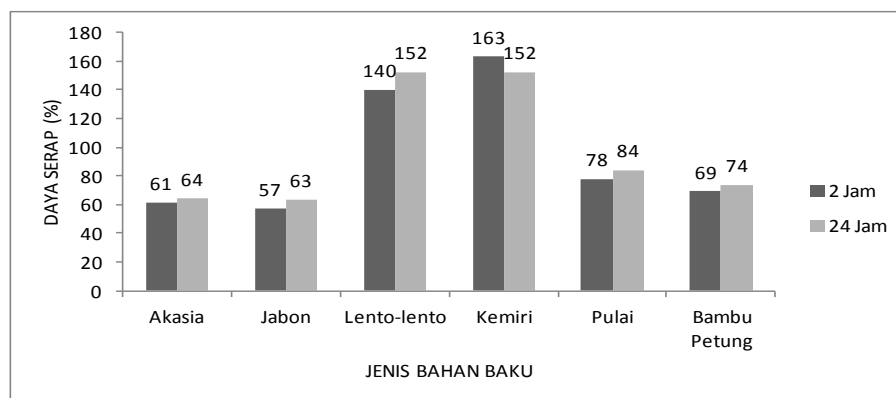
Gambar 1. Variasi Suhu Hidrasi Berbagai Jenis Bahan Baku

Karakteristik papan semen disajikan pada Gambar 3 ~ Gambar 8. Data pada gambar tersebut mengindikasikan adanya variasi karakteristik antar jenis bahan baku. Berdasarkan sebaran data kadar air (Gambar 3), seluruh jenis papan semen yang dihasilkan memiliki kadar air yang cukup rendah. Namun demikian secara keseluruhan kadar air yang dicapai masih jauh lebih rendah dari batas maksimal kadar air papan semen berdasarkan standar yaitu 15%. Hal ini mengindikasikan bahwa dari sisi karakteristik kadar air, tidak ada permasalahan dengan seluruh jenis bahan baku yang digunakan. Diantara keseluruhan jenis bahan baku tersebut, jenis kayu lento-lento menghasilkan papan semen dengan kadar air terendah dan jenis kayu pulai menghasilkan papan semen dengan kadar air tertinggi. Secara alami, setiap jenis kayu atau bahan lignoselulosa lainnya memang memiliki kadar air keseimbangan yang berbeda-beda yang sangat dipengaruhi oleh tebal dinding sel dan struktur komponen kimia penyusun kayu atau bahan lignoselulosa. Bahan yang mengandung banyak hemiselulosa kemungkinan akan memiliki kadar air keseimbangan yang cenderung lebih tinggi. Adapun penyebab rendahnya kadar air keseimbangan dibandingkan dengan yang biasa dicapai pada kayu solid, disebabkan oleh keberadaan semen yang membungkus atau menyelimuti partikel kayu sehingga menjadi *physical barrier* bagi masuknya molekul air ke dalam dinding atau lumen sel.



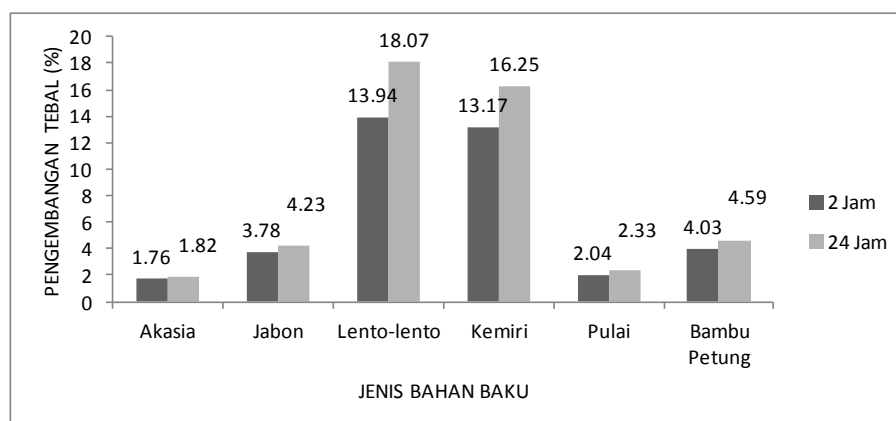
Gambar 2. Kadar Air Papan Semen

Meskipun memiliki kadar air keseimbangan yang rendah tetapi ternyata papan semen mempunyai daya serap air yang tinggi. Terdapat dua fenomena yang teramati dalam histogram yang disajikan pada Gambar 3. Fenomena pertama adalah bahwa daya serap air papan semen relatif tinggi. Bahkan pada papan semen dari jenis kayu lento-lento dan kayu kemiri, daya serap airnya lebih besar dibandingkan biomassa papannya sendiri. Padahal sebagaimana diketahui, mekanisme penggabungan semen dan kayu atau bahan lignoselulosa terjadi dengan cara semen menyelimuti partikel kayu, dan substrak semen berikatan antar sesamanya. Kenyataan bahwa daya serap air papan semen sangat tinggi terjadi karena adanya pori-pori terbuka yang dapat diisi oleh air. Hal ini diperkuat oleh fenomena kedua, yaitu daya serap air selama 2 jam tidak berbeda jauh dengan daya serap air selama 24 jam. Cepatnya daya serap air tersebut mengindikasikan bahwa air yang masuk dalam papan semen lebih banyak mengisi ruang-ruang kosong dalam papan semen. Air yang berikatan langsung dengan dinding sel tampaknya sedikit, sebab mekanisme ini memerlukan waktu yang lebih panjang.



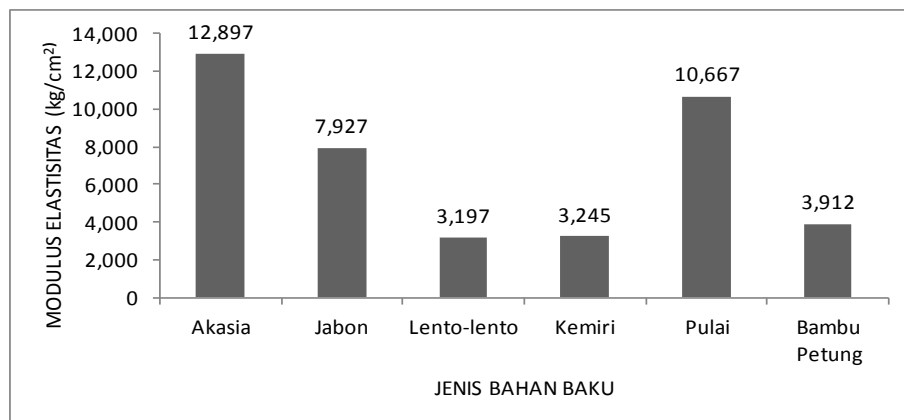
Gambar 3. Daya Serap Air Papan Semen

Kecenderungan pengembangan tebal papan semen memiliki pola yang sama dengan daya serap airnya. Papan yang memiliki daya serap air yang tinggi memiliki pengembangan tebal yang tinggi pula. Dilihat dari nilai yang dihasilkan, tampak bahwa pengembangan tebal sebagian papan semen cukup tinggi khususnya pada papan semen dari jenis kayu lento-lento dan kayu kemiri (Gambar 4). Pengembangan tebal tersebut menyamai pengembangan tebal papan partikel yang menggunakan perekat organik. Padahal salah satu kelebihan papan semen dibandingkan dengan papan partikel yang menggunakan perekat organik adalah daya tahannya terhadap air yang tinggi dan diindikasikan oleh stabilitas dimensi yang tinggi atau pengembangan tebal yang rendah. Berdasarkan fenomena ini maka dapat disimpulkan bahwa ikatan yang terbentuk antar partikel dengan semen pada kayu lento-lento dan kayu kemiri tidak cukup baik sehingga stabilitas dimensi papan yang dihasilkan sangat rendah. Dengan demikian, berdasarkan parameter pengembangan tebal, bahan baku kayu lento-lento dan kayu kemiri tidak direkomendasikan sebagai bahan baku papan semen.

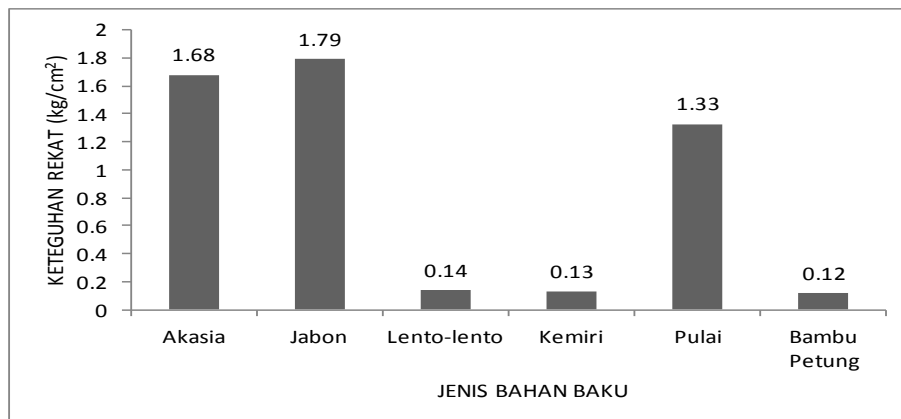


Gambar 4. Pengembangan Tebal Papan Semen

Data pada Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa secara umum terdapat tiga jenis bahan baku yang menghasilkan papan semen dengan karakteristik yang cukup baik yaitu kayu akasia, kayu jabon, serta kayu pulai. Kayu pulai memiliki keteguhan patah tertinggi dibandingkan kelima jenis bahan baku lainnya namun kayu akasia memiliki modulus elastisitas terbaik dibandingkan dengan kelima jenis lainnya. Adapun kayu lento-lento, kayu kemiri dan bambu betung, ternyata memiliki keteguhan patah maupun modulus elastisitas yang lebih rendah. Dilihat dari nilai yang dihasilkan, terungkap bahwa sebenarnya secara keseluruhan, keteguhan patah papan semen yang dihasilkan dalam penelitian ini masih cukup rendah dibandingkan dengan papan partikel yang dapat mencapai nilai 80 kg/cm². Tampaknya ketiadaan bahan aditif membuat kekuatan maupun kekakuan papan semen belum cukup memadai. Berdasarkan hasil tersebut, maka jenis kayu akasia, kayu jabon, maupun kayu pulai memiliki peluang pengembangan lebih lanjut dibandingkan dengan ketiga jenis bahan baku lainnya yaitu kayu kemiri, kayu lento-lento dan bambu betung.



Gambar 5. Keteguhan Patah Papan Semen

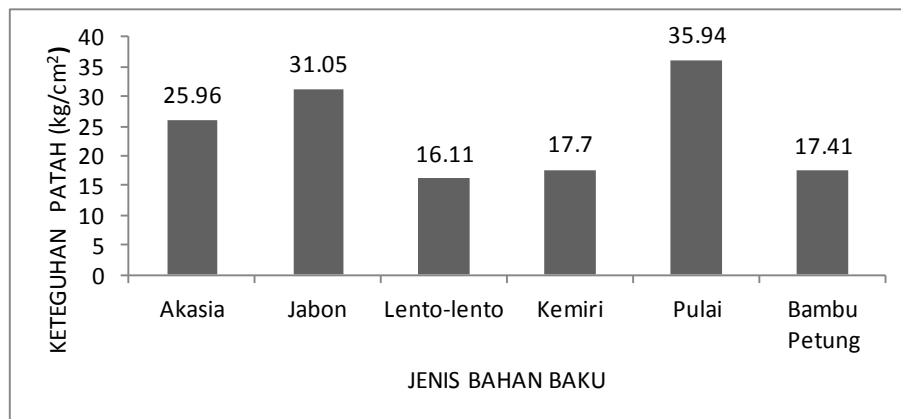


Gambar 6. Modulus Elastisitas Papan Semen

Gambar 7 menyajikan sebaran keteguhan rekat masing-masing jenis papan semen. Tampak pada gambar tersebut bahwa kayu akasia, kayu jabon dan kayu pulai memiliki keteguhan rekat yang jauh lebih baik dibandingkan dengan kayu kemiri, kayu lento-lento dan bambu betung. Hasil ini tetap sejalan dengan parameter sifat fisik dan mekanis lainnya. Hal ini berarti secara keseluruhan, kompatibilitas jenis bahan baku kayu akasia, kayu jabon maupun kayu pulai jauh lebih baik dibandingkan dengan ketiga jenis kayu lainnya. Dalam proses pembuatan papan semen, reaksi kimia pengerasan dan pengikatan semen menghasilkan kalsium hidroksida yang ber-pH tinggi sehingga dapat merusak komponen kimia kayu. Dengan mekanisme seperti ini, maka daya tahan setiap jenis bahan baku terhadap kondisi tersebut bervariasi. Bahan baku yang tidak tahan, akan terdegradasi. Komponen kimia yang biasanya terdegradasi adalah hemiselulosa. Akibat pH tinggi tersebut, hemiselulosa akan terurai menjadi gula sederhana yang pada akhirnya kembali akan menghambat reaksi pengerasan semen. Hal ini berarti kompatibilitas bahan baku yang rendah memiliki dua

kerugian dalam proses kimia yaitu menyebabkan degradasi bahan baku dan memperlambat reaksi pengerasan semen.

Data karakteristik papan semen telah menunjukkan bahwa bahan baku yang potensial dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan baku papan semen adalah jenis kayu akasia, kayu jabon dan kayu pulai. Ketiga jenis bahan baku ini memiliki prospek yang lebih menjanjikan dalam upaya peningkatan kualitasnya melalui modifikasi-modifikasi proses pembuatan papan semen. Untuk mengembangkan jenis bahan baku lokal, maka arah pengembangannya perlu mempertimbangkan kelimpahan jenis bahan baku yang tersedia. Secara umum, jenis-jenis kayu yang saat ini banyak dikembangkan di masyarakat adalah jenis kayu jabon, semenetara kayu akasia telah lama dikenal dan ditanam oleh masyarakat. Meskipun kayu pulai juga ditanam oleh masyarakat, namun sebarannya tidak terlalu luas dan merata. Dengan mempertimbangkan kondisi ini, maka pengembangan lebih lanjut diarahkan pada bahan baku kayu akasia dan kayu jabon.



Gambar 7. Keteguhan Rekat Papan Semen

KESIMPULAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Karakteristik papan semen yang dibuat dari beberapa jenis bahan baku asal hutan rakyat bervariasi. Papan semen dengan karakteristik terbaik adalah papan semen yang terbuat dari kayu akasia. Selain itu, papan semen dari kayu jabon dan kayu pulai juga memiliki karakteristik yang cukup menjanjikan.

Rekomendasi

Pengembangan lebih lanjut sebaiknya difokuskan pada kayu jabon karena selain memiliki karakteristik yang unggul, kayu jabon juga tersedia cukup banyak dan masyarakat telah membudidayakannya sebagai tanaman hutan rakyat ataupun tanaman sela di lahan-lahan perkebunan atau pertanian. Untuk memperbaiki kekuatan papan semen perlu dilakukan pemberian bahan aditif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas N H, A Jaafar, A S M Seman, 2006. Some Basic Properties of Cement Board Produced by Oilpalm Empty Fruit Bunch Fibre. Yusoff M N M *et al.*, editors. Proceeding of the 8th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium. Kuala Lumpur Malaysia : 20 – 23 November 2006.
- Bakri, E Gunawan, D Sanusi, 2006. Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Kayu-Semen Serbuk Gergaji. Jurnal Perennial. Jurusan Kehutanan Unhas, Makassar. Januari
- Budiman I, F A Syamani, Subyaktyo, B Subiyanto, 2005. Pemanfaatan Serat Abac (*Musa textiles* Nee) untuk Komposit Papan Serat dengan Perekat Semen. Dayadi I *et al.*, Penyunting. Prosiding Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia VIII. Tenggaraong, 3 – 5 September.
- Chang, A. Feng-Cheng. 2006. *Literature review on Properties and Market Opportunities of Wood-Plastic and Wood-Cement Composites*. Vancouver, British Columbia, Canada: Forestry Innovation Investment.
- EPA. 2007. *Biomass Combined Heat and Power Catalog of Technologies*. USA: U. S. Environmental Protection Agency.

- Firmanti A, B Subiyanto, 2007. Pembuatan Papan Semen Partikel dari Jenis Kayu Cepat Tumbuh dengan Berbagai Macam Perbandingan Kadar Semen. Prosiding Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia X. Pontianak, 9 – 11 Agustus.
- Frybort S, R Mauritz, A Teischinger, U Muller, 2008. Cement Bonded Composites – A Mechanical Review. Bioresource. 3 (2) : 602-626.
- Hermawan, D. 2001. Manufacture of Cement – Bonded Particleboard Using Carbon Dioxide Curing Technology. Disertation, Departement of Forest and Biomass Science, Graduate School of the Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto.
- Husein N, 2004. Sifat Fisik dan Mekanik Papan Semen dari Kayu Ketapang (*Terminalia catappa*). Prosiding Seminar MAPEKI VII. Editor, Muin M dan A Arif. Makassar, 3 – 5 Agustus 2004.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2013. Statistik Semen Nasional.
- Moslemi A A, Liu Z T, 1985. Influence of Chemical Additives on the Hydration Characteristics of Western Larch Wood-Cement-Water Mixtures. Forest Products Journal. 35 : 37-43.
- Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Sulastiningsih I M, N Hadjib, S Murdjoko, S Kawai, 2000. The Effect of Bamboo : Cement Ratio and Magnesium Chloride ($MgCl_2$) Content on the Properties of Bamboo-Cement Boards. Proceeding of Workshop Wood-Cement Composites in the Asia-Pacific Region. Editor : PD Evans. Canberra, Australia, 10 Desember 2000.
- Suhasman, Bakri, 2007. Kualitas Papan Semen dari Sabut Kelapa. Prosiding Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia X. Pontianak, 9 – 11 Agustus.
- Suhasman, Bakri, 2012. Karakteristik Papan Semen Berbahan Baku Kayu Kemiri (*Aleurites Moluccana*) yang dibuat melalui Injeksi Karbon Dioksida (CO_2) Untuk Percepatan *Curing* Semen. Univ. Tanjung Pura, Jurnal Tengawang. 6(1).
- Suhasman, Bakri, 2012. Sifat Fisik dan Mekanis Papan Semen berbahan baku Bambu. Jurnal Perennial. 7(2)
- Sutigno P, 2000. Effect of Aqueous Extraction of Wood-wool on the Properties of Wood-wool Cement Board Manufactured from Teak (*Tectona grandis*). Proceeding of Workshop Wood-Cement Composites in the Asia-Pacific Region. Editor : PD Evans. Canberra, Australia, 10 Desember 2000.

PENGARUH PROSES PULP SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPOSIT SEMEN – PULP SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*)

Ismail Budiman¹ dan Sasa Sofyan Munawar²

¹Pusat Penelitian Biomaterial, LIPI,
Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911
E-mail: budimanismail@gmail.com (Ismail Budiman)

²Pusat Inovasi, LIPI,
Jl. Raya Bogor Km. 47 Cibinong, Bogor 16912

ABSTRACT

Pulp fiber-cement composites have found practical application in recent decades to replace the hazardous asbestos fibers. There are three pulping process of oil palm empty fruit bunches (EFB) pulp fibers, i.e. mechanical, unbleached and bleached process. The research objective was to investigate the influence of pulping process for mechanical properties of cement composites. Pulp loading was consisted of 7% of volume fraction of composite. The target density of composites produced was 1.5 gcm⁻³, and water to cement ratio of 0.50 based on weight. Cement composites were formed into 30 cm x 2.5 cm x 2.5 cm mold (length x width x thickness) during 24 hours, and then the samples were opened from the mold. They were placed in a water tank at 18 ± 2 °C for 28 days and then tested their mechanical properties. Mechanical characteristics were observed according to ASTM C293-94 for flexural strength and ASTM C116-90 for compressive strength and then tested by Universal Testing Machine (UTM). Results show that mixtures of cement with bleached and unbleached pulp from oil palm EFB have good compatibility with low inhibition and different with mixtures of cement with mechanical pulp from oil palm EFB pulp.

Keywords : cement composites, pulping process, mechanical properties, empty fruit bunched

LATAR BELAKANG

Komposit semen yang diperkuat dengan bahan berlignoselulosa seperti serat alam, pada saat ini mulai banyak digunakan untuk berbagai keperluan. Sebagai contoh, komposit semen banyak digunakan sebagai bahan untuk atap, panel dinding, panel lantai dan konstruksi perumahan. Sebelumnya, bahan-bahan tersebut masih menggunakan serat asbestos sebagai penguatnya. Salah satu alasan penggantian serat asbestos dengan serat alam adalah karena sifatnya yang karsinogen dan menurut penelitian medis dapat memicu terjadinya penyakit kanker. Berdasarkan alasan tersebut, penelitian tentang penggunaan bahan alternatif sebagai pengganti serat asbestos pada pembuatan komposit semen banyak dilakukan. Salah satu bahan berlignoselulosa yang berpotensi sebagai pengganti serat asbestos tersebut adalah serat alam yang telah diproses dengan menggunakan proses pulp (Mohr 2005a).

Beberapa penelitian penggunaan serat alam yang telah diproses menjadi serat pulp dilakukan oleh Coutts dan Warden (1992), Mohr *et al.* (2005a, 2005b), Joaquim *et al.* (2009) dan Tonoli *et al.* (2010). Coutts dan Warden (1992) menggunakan pulp dari serat sisal untuk pembuatan mortar dan menyatakan bahwa proses pulp dapat menghilangkan zat ekstraktif pada serat alam dan sekaligus dapat meningkatkan ikatan antara serat dan semennya untuk memperbaiki sifat yang dimilikinya. Penggunaan bahan yang hampir sama dilakukan oleh Joaquim *et al.* (2009) yang menggunakan pulp dari sisal organosolv sebagai bahan penguat komposit semennya.

Mohr *et al.* (2005a, 2005b) menggunakan serat pulp dari kayu pinus yang dihasilkan dari berbagai proses pulping yaitu proses mekanis, termomekanis dan kraft (baik kraft *bleached* dan maupun kraft *unbleached*). Hasil yang didapatkan adalah bahwa serat pulp dengan kandungan lignin dan hemiselulosa lebih sedikit dapat menghasilkan komposit semen dengan sifat mekanis yang lebih baik. Selain dapat memperbaiki sifat mekanisnya, penggunaan serat pulp pada komposit semen ini pun dapat memperpanjang

waktu penggunaannya. Penggunaan serat pulp dari kayu untuk komposit semen juga dilakukan oleh Tonoli *et al.* (2010) yang menggunakan serat dari kayu eucalyptus.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh proses pulp pada serat tandan kosong kelapa sawit terhadap sifat mekanis dari komposit semen. Adapun proses pulp yang dilakukan adalah proses mekanis, proses kraft dengan pemutihan (*bleached*) dan proses pulp tanpa pemutihan (*unbleached*). Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran suhu hidrasi untuk mengetahui kesesuaian dari semen dengan bahan seratnya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serat pulp tandan kosong kelapa sawit yang dibuat melalui tiga proses yang berbeda, yaitu pulp mekanis, pulp kraft tanpa pemutihan (*unbleached pulp*), dan pulp kraft dengan pemutihan (*bleached pulp*) dengan kadar lignin berturut-turut 18,72%, 5,0% and 3,05%. Selain itu digunakan pula semen untuk keperluan pembuatan komposit, serta air. Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah termokopel yang dihubungkan dengan penyimpanan data Graphtec midi LOGGER GL220 untuk pengukuran suhu hidrasi, mixer, cetakan sampel berukuran 30 cm x 2,5 cm x 2,5 cm, serta Universat testing machine (UTM) untuk menguji sifat mekanis dari komposit semen-pulp.

Metode

Pengukuran suhu hidrasi

Ketiga jenis pulp serat tandan kosong kelapa sawit terlebih dahulu diukur suhu hidrasi campurannya dengan semen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara semen dengan serat pulpnya. Serat pulp sebelumnya dihaluskan dengan ukuran antara 20-30 mesh. Komposisi bahan yang digunakan untuk pengukuran suhu hidrasi ini berturut-turut untuk semen, serat pulp dan air adalah 6,9 : 1 : 3,45. Seluruh bahan dimasukkan ke dalam sebuah gelas dan dicampur sampai dengan merata. Setelah merata, gelas dimasukkan ke dalam kotak kedap udara. Terhadap campuran tersebut, ditanamkan kabel termokopel yang dihubungkan dengan penyimpanan data Graphtec midi LOGGER GL220. (Gambar 1).



Gambar 1. Pengukuran suhu hidrasi menggunakan termokopel dan Graphtec midi LOGGER GL220

Pengukuran suhu hidrasi juga dilakukan terhadap pasta semen (campuran semen dan air). Pengukuran suhu hidrasi ini dilakukan selama 24 jam. Selanjutnya dari data yang ada dihitung besar nilai indeks penghambat dengan menggunakan persamaan :

$$I = 100[(t_2 - t'_2)/t'_2] * ((T'_2 - T_2)/T'_2) * ((S'_2 - S_2)/S'_2)]$$

di mana :

- t = waktu untuk mencapai suhu hidrasi tertinggi pada campuran semen-serat pulp-air
- t' = waktu untuk mencapai suhu hidrasi tertinggi pada pasta semen (campuran semen dan air)
- T = suhu tertinggi pada campuran semen-serat pulp-air
- T' = suhu tertinggi pada pasta semen (campuran semen dan air)
- S = kemiringan kurva temperatur hidrasi campuran semen-serat pulp-air
- S' = kemiringan kurva temperatur hidrasi pasta semen (campuran semen dan air)

Hasil dari penghitungan nilai indeks penghambatan diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu campuran dengan indeks penghambatan rendah ($I < 10$), hambatan sedang ($I=10-50$), hambatan tinggi ($I=50-100$) dan hambatan ekstrim ($I > 100$) (Okino 2004).

Pembuatan sampel komposit semen – pulp

Pada penelitian ini, serat pulp yang ditambahkan kedalam komposit adalah sebesar 7% berdasarkan volume sampel, dengan perbandingan air dan semen sebesar 1:2. Adonan semen, serat pulp dan air dimasukkan kedalam cetakan berukuran 30 cm x 2,5 cm x 2,5 cm. Setelah 24 jam, komposit tersebut dibuka dari cetakan dan selanjutnya dilakukan perendaman dalam air pada suhu ruang 18 ± 2 °C selama 28 hari. Setelah 28 hari, sampel diangkat dari dalam bak air dan didiamkan sampai tidak ada air yang menetes. Selanjutnya dilakukan pengujian mekanis berupa pengujian bending (untuk mendapatkan nilai kuat patah dan modulus elastisitas) dan pengujian kuat tekan menggunakan alat UTM. Untuk keperluan pengujian bending, sampel masing-masing dibuat dengan ukuran 15 cm x 2,5 cm x 2,5 cm. Standard yang digunakan untuk pengujian bending ini adalah ASTM C293-94. Sedangkan untuk keperluan pengujian kuat tekan, sampel dibuat dengan ukuran 2,5 cm x 2,5 cm x 2,5 cm dengan standard yang digunakan adalah ASTM C116-90.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Suhu Hidrasi

Hasil dari pengukuran suhu hidrasi dapat dilihat pada Tabel 1. Suhu maksimum yang diperoleh seluruh campuran, seluruhnya berada di bawah suhu maksimum dari pasta semen. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh dari bahan lain berupa serat pulp yang ditambahkan pada campuran semen dan air.

Tabel 1. Pengukuran suhu hidrasi dan indeks penghambat pada campuran semen-serat pulp

Campuran	Suhu maksimum (°C)	Waktu untuk mencapai suhu maksimum (jam)	Indeks penghambatan (%)	Keterangan
Pasta semen (semen+air)	42	11.58	0	Kontrol
Semen + Pulp Mekanis	33,6	0,25	63,647	Hambatan tinggi
Semen + Pulp Unbleached	36,2	12,25	0,952	Hambatan rendah
Semen + Pulp Bleached	36,8	12,25	0,657	Hambatan rendah

Suhu maksimum yang dimiliki campuran semen-serat pulp bleached lebih tinggi dibandingkan dengan suhu campuran lainnya. Hal ini dapat terjadi karena kandungan lignin pada serat pulp bleached lebih rendah dibandingkan dengan serat pulp lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan lignin merupakan penghambat pada pencampuran semen dengan serat pulp.

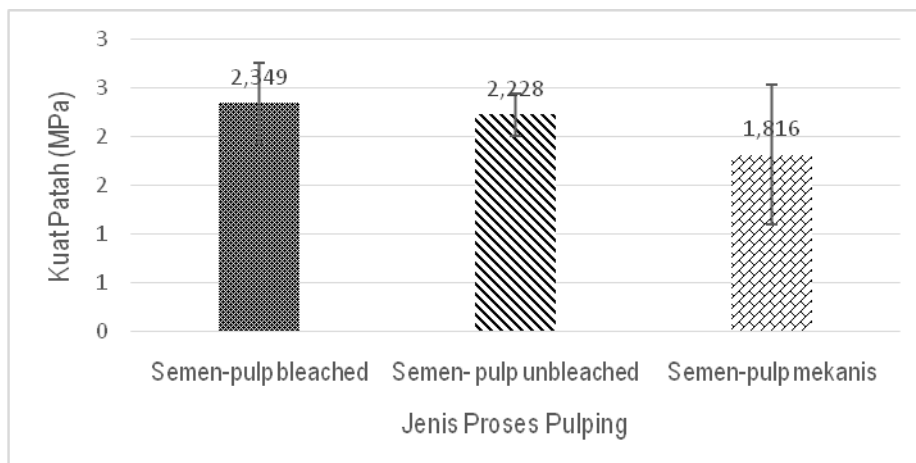
Waktu untuk mencapai suhu maksimum pada campuran semen-serat pulp mekanis jauh lebih singkat dibanding dengan pasta semen ataupun campuran semen dengan serat pulp lainnya. Hal ini dimungkinkan karena kandungan lignin yang tinggi pada pulp mekanis menghambat daya ikat semen dengan serat pulpnya, sehingga campuran tidak mampu lagi untuk menaikkan suhu hidrasinya pada saat suhu maksimum dicapai hanya dalam waktu 15 menit (0,25 jam).

Nilai indeks penghambat pada campuran semen serat pulp semakin baik (kecil) seiring dengan semakin rendahnya kandungan lignin pada serat pulpnya. Campuran semen-serat pulp mekanis yang memiliki kandungan lignin sebesar 18,72% memiliki indeks penghambat yang paling tinggi (63,647%) dan dikategorikan pada hambatan tinggi. Nilai indeks penghambat ini lebih tinggi jika dibandingkan nilai indeks penghambat campuran semen-serat pulp unbleached (0,952) yang memiliki kandungan lignin 5,0%, dan campuran semen-serat pulp bleached (0,657) yang memiliki kandungan lignin sebesar 3,05%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan kadar lignin yang semakin rendah pada serat pulp, maka semakin kecil pula penghambatan pada campuran semen dan serat pulp tersebut.

Kuat patah komposit semen-serat pulp

Nilai kuat patah dari komposit semen-serat pulp tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai kuat patah terbesar didapatkan oleh komposit semen dengan serat pulp bleached (2,349

MPa), disusul oleh komposit semen dengan serat pulp unbleached (2,228 MPa) dan komposit semen dengan serat pulp mekanis (1,816 MPa).

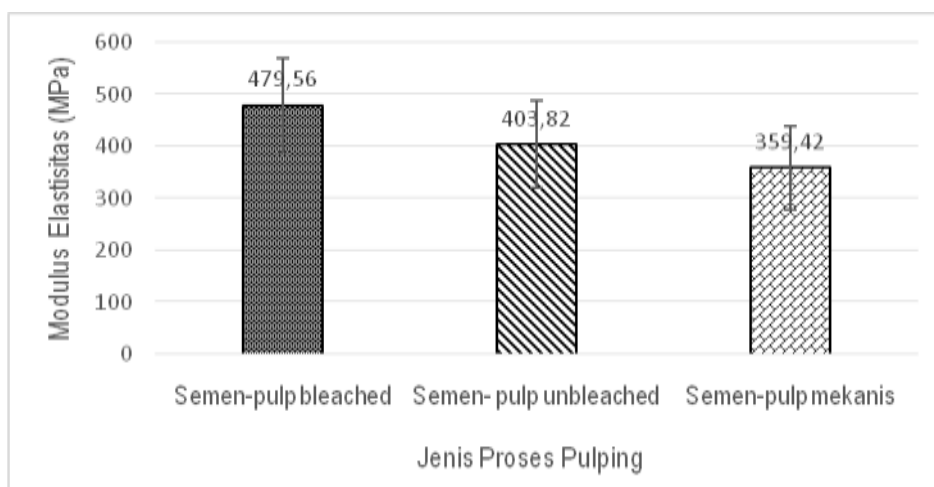


Gambar 2. Kuat patah komposit semen-serat pulp tandan kosong kelapa sawit

Nilai kuat patah komposit semen-serat pulp ini berbanding terbalik dengan kandungan lignin yang terdapat pada serat pulpnya. Semakin besar kadar lignin dari serat pulpnya, maka semakin kecil nilai kuat patah kompositnya. Hal ini berhubungan erat dengan nilai indeks penghambatan. Semakin besar kandungan lignin dari serat pulp, maka semakin besar pula indeks penghambatan yang akan menyebabkan kompatibilitas antara semen dengan seratnya semakin menurun. Semakin menurunnya kompatibilitas antara semen dengan seratnya akan berpengaruh terhadap nilai kuat patah dari komposit yang dihasilkan. Mohr *et al.* (2005b) menyebutkan bahwa komposit semen-serat pulp dengan kandungan lignin yang tinggi akan memiliki sifat mekanis yang baik sampai pada retakan pertama dibandingkan komposit semen-serat pulp dengan kandungan lignin yang rendah, namun setelah itu akan menjadi lebih rendah. Hal ini berhubungan erat dengan kandungan lignin pada serat pulpnya yang dapat menyebabkan degradasi alkali pada komposit semen-serat pulp.

Modulus elastisitas komposit semen-serat pulp

Nilai elastisitas dari komposit semen-serat pulp tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai modulus elastisitas terbesar didapatkan oleh komposit semen dengan serat pulp bleached (479,56 MPa), disusul oleh komposit semen dengan serat pulp unbleached (403,82 MPa) dan komposit semen dengan serat pulp mekanis (359,42 MPa).

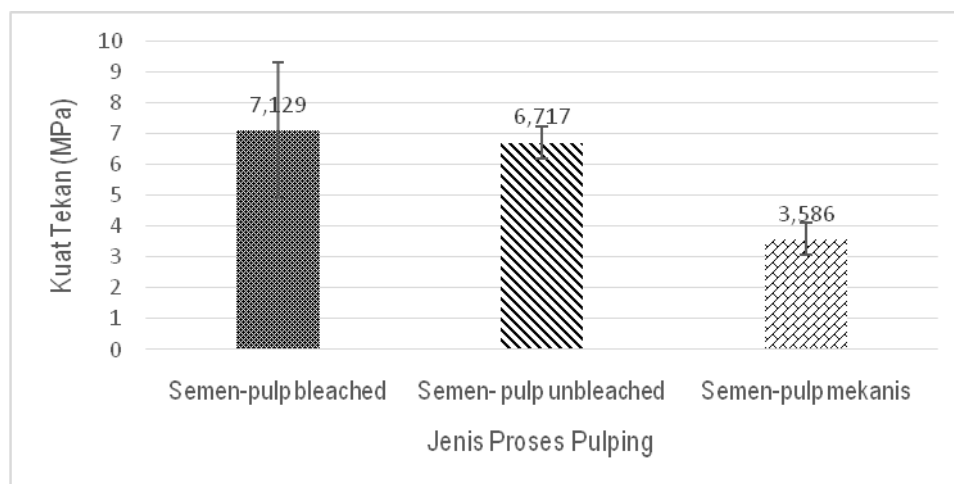


Gambar 3. Modulus elastisitas komposit semen-serat pulp tandan kosong kelapa sawit

Sama halnya dengan kuat patah, nilai modulus elastisitas komposit semen-serat pulp ini berbanding terbalik dengan kandungan lignin yang terdapat pada serat pulpnya. Semakin besar kadar lignin dari serat pulpnya, maka semakin kecil nilai modulus elastisitas kompositnya. Kadar lignin ini erat kaitannya dengan kompatibilitas antara semen dengan seratnya. Semakin besar kandungan lignin pada serat pulp akan menyebabkan semakin menurunnya kompatibilitas antara semen dengan seratnya akan berpengaruh terhadap nilai kekuatan, baik kuat patah maupun modulus elastisitas dari komposit yang dihasilkan.

Kuat tekan komposit semen-serat pulp

Nilai kuat tekan dari komposit semen-serat pulp tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai kuat tekan terbesar didapatkan oleh komposit semen dengan serat pulp bleached (7,129 MPa), disusul oleh komposit semen dengan serat pulp unbleached (6,717 MPa) dan komposit semen dengan serat pulp mekanis (3,586 MPa).



Gambar 4. Kuat tekan komposit semen-serat pulp tandan kosong kelapa sawit

Nilai kuat tekan komposit semen-serat pulp ini berbanding terbalik dengan kandungan lignin yang terdapat pada serat pulpnya. Semakin besar kadar lignin dari serat pulpnya, maka semakin kecil nilai modulus elastisitas kompositnya. Nilai indeks penghambatan yang tinggi yang dimiliki oleh serat dengan kadar lignin yang tinggi menyebabkan kompatibilitas antara semen dengan seratnya semakin menurun. Dengan semakin menurunnya kompatibilitas antara semen dengan seratnya, maka nilai kuat tekan dari komposit yang dihasilkan semakin menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil tiga kesimpulan sebagai berikut :

1. Campuran semen-pulp serat tandan kosong kelapa sawit dengan proses *bleached* dan *unbleached* memiliki nilai indeks penghambatan yang lebih baik dibandingkan dengan pulp mekanis
2. Sifat mekanis komposit semen berdasarkan proses serat pulp yang digunakan berturut-turut dari yang terbaik adalah pulp bleached, pulp unbleached dan pulp mekanis.
3. Peningkatan sifat mekanis komposit semen berbanding terbalik dengan kandungan lignin dari pulp serat tandan kosong kelapa sawit

DAFTAR PUSTAKA

- Coutts RSP, Warden PG. 1992. Sisal pulp reinforced cement mortar. *Cement & Concrete Composites* 14: 17-21.
- Joaquim, A.P., Tonoli G.H.D., Santos S.F.D., Savastano Jr H. 2009. Sisal organosolv pulp as reinforcement for cement based composites. *Materials Research* 12(3):305-314.
- Okino, E.Y.A., de Souza, M.R., Santana, M.A.E., Alves, M.V.dS., de Sousa, M.E., Teixeira, D.E. Cement-bonded wood particleboard with a mixture of eucalypt and rubberwood. *Cement & Concrete Composites* 2004; 26:729-734.

- Mohr, B.J., Nanko, H., Kurtis, K.E. 2005a. Durability of kraft pulp fiber-cement composites to wet/dry cycling. *Cement & Concrete Composites* 27:435-448.
- Mohr, B.J., Nanko, H., Kurtis, K.E. 2005b. Durability of thermomechanical pulp fiber-cement composites to wet/dry cycling. *Cement & Concrete Composites* 35:1646-1649.
- Tonoli, G.H.D., Savastano Jr, H., Fuente, E., Negro, C., Blanco, A., Lahr, F.A.R. 2010. Eucalyptus pulp fibres as alternative reinforcement to engineered cement-based composites. *Industrial Crops and Products* 31:225-232.

KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLI (ASAM LAKTAT) DENGAN PULP TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT YANG TERMODIFIKASI

Kurnia Wiji Prasetyo* , Wida Banar Kusumaningrum dan Lisman Suryanegara

Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong Bogor
*Corresponding author: jundiazzam@yahoo.com

ABSTRAK

Pemakaian serat alam dalam komposit bertujuan untuk meningkatkan karakteristik mekanik komposit. Namun, sifat hidrofilik dari serat alam karena adanya gugus hidroksil dapat mengurangi sifat mekanik komposit berbasis polimer termoplastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi kimia pada pulp tandan kosong kelapa sawit (TKKS) melalui proses asetilasi terhadap karakteristik komposit poli (asam laktat). Proses asetilasi pada pulp TKKS menggunakan asam asetat glasial, asam asetat anhidrad dengan katalis asam sulfat. Polimer poli (asam laktat) yang telah dilarutkan dalam aseton teknis ditambahkan pulp TKKS dengan konsentrasi 5, 10 dan 15 % w/w sampai terlarut sempurna menggunakan *electronic overhead stirrer*. Larutan dituang (*casting*) dalam loyang plastik kemudian dikeringkan pada suhu ruangan. Pembuatan komposit dengan alat *kneader* pada suhu 140°C dan 60 rpm selama 12 menit. Bahan dicetak menjadi komposit menggunakan mesin *hot press* pada suhu 140°C, tekanan selama 8 menit secara bertahap pada kerapatan 1 g/cm³ dengan ukuran papan 6 x 5 x 0,1 cm. Karakterisasi komposit meliputi sifat fisik dan mekanik menggunakan alat UTM sedangkan sifat morfologi dengan menggunakan mikroskop cahaya.

Kata kunci: modifikasi kimia, asetilasi, pulp TKKS, komposit, sifat fisik, mekanik, morfologi.

PENDAHULUAN

Komposit termoplastik merupakan kombinasi antara mikrofibril selulosa atau bahan lignoselulosa (serat alam) sebagai penguat maupun pengisi dengan polimer sintetis sebagai matriks, yang menggabungkan sifat-sifat yang baik dari bahan lignoselulosa dan polimer sintetis untuk menghasilkan kinerja yang sinergis dari komposit tersebut.

Pada umumnya komposit termoplastik menggunakan polimer berbasis minyak bumi yang cenderung kurang ramah lingkungan dan sukar untuk terdegradasi oleh alam. Namun dalam beberapa dekade terakhir banyak dipakai polimer yang tidak berbasis minyak bumi seperti poli asam laktat (PLA). Dari hasil penelitian PLA termasuk biopolimer yang mampu terdegradasi oleh alam dalam waktu sekitar 30 hari. Diantara polimer biodegradabel, PLA memiliki potensi besar untuk menggantikan polimer berbasis minyak bumi karena memiliki sifat mekanik yang tinggi sebanding dengan polistirene, mudah dalam prosesnya dan memiliki cakupan luas dalam aplikasinya seperti bidang kemasan, medis dan otomotif.

Polimer PLA yang memiliki kekuatan tinggi (50-70 MPa), modulus tinggi (3 GPa) dan biokompatibilitas relatif baik ternyata cukup rapuh, kaku dan deformasinya rendah. Untuk memperbaiki beberapa kelemahan dari PLA maka beberapa cara dilakukan seperti pemberian pengisi dan penguat pada komposit PLA dengan bahan berlignoselulosa dari beberapa jenis serat tanaman seperti rami, nanas, tandan kosong kelapa sawit, kenaf, jerami padi dan selulosa yang dimodifikasi maupun dengan perlakuan kimia.

Keuntungan dari penggunaan serat alam untuk produk komposit berbasis polimer sintetis dibandingkan serat sintetis maupun plastik antara lain bersifat *renewable*, *biodegradable*, bisa didaur ulang (*recyclable*), memiliki sifat mekanis lebih baik, tidak menyebabkan abrasi pada alat, dan harganya lebih murah (Zimmermann et al. 2004, Oksman et al. 2003, Wambua et al. 2003, Mohanty et al. 2002, Leao et al. 1998) serta kerapatan yang lebih rendah. Namun yang harus diperhatikan juga adalah sifat hidrofilik dari serat alam itu sendiri dengan adanya gugus hidroksil yang menjadikannya kurang kompatibel ketika dicampur dengan matriks polimer PLA yang bersifat hidrofobik. Melihat masih adanya kekurangan dari bahan berlignoselulosa

berbasis serat alam tersebut maka perlu adanya modifikasi secara kimia terhadap serat alam untuk mengurangi hidrofilisitasnya sehingga menjadi lebih bersifat hidrofobik dan kompatibel terhadap polimer PLA.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi kimia pada pulp (*bleached pulp*) tandan kosong kelapa sawit (TKKS) melalui proses asetilasi terhadap karakteristik komposit poli (asam laktat).

METODE PENELITIAN

Pembuatan komposit diawali dengan proses modifikasi kimia terhadap pulp dari serat TKKS yang sudah diputihkan menggunakan proses asetilasi yang mengacu pada penelitian Li (2014). Proses asetilasi terhadap pulp TKKS menggunakan katalis yaitu asam asetat glacial, *asetic anhydride* dan asam sulfat.

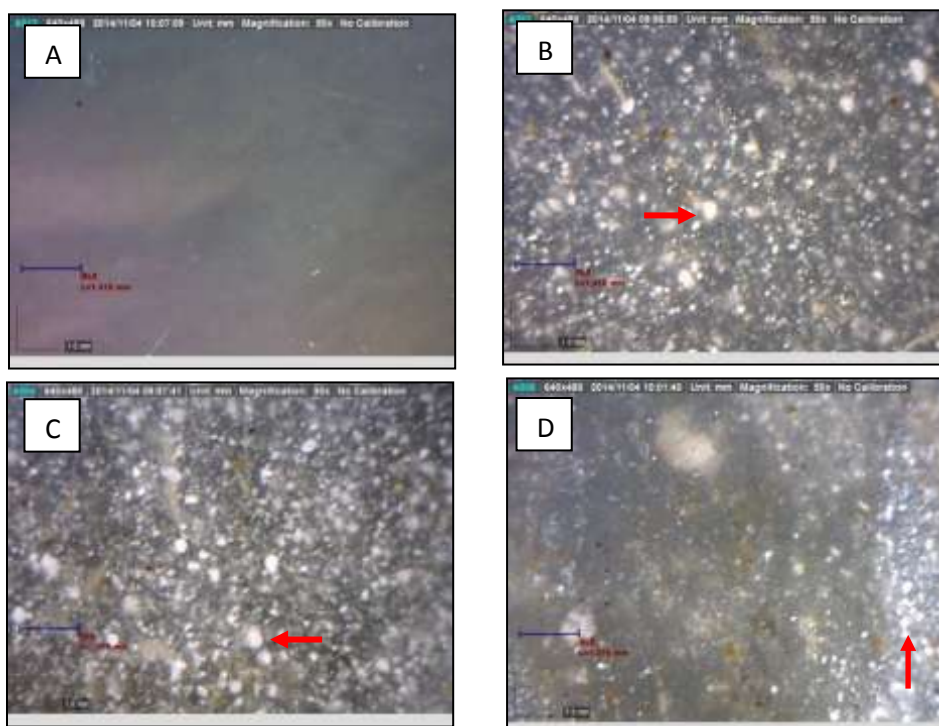
Proses pembuatan komposit termoplastik dengan matriks PLA amorf no kode H4060D dari Jepang yang dilarutkan dalam acetone teknis sebanyak 450 ml terlebih dahulu. Pelarutan PLA amorf dilakukan memakai *hot plate magnetic stirrer* selama sekitar 6 jam dalam suhu ruang. Setelah PLA terlarut semua kemudian ditambahkan pulp TKKS hasil asetilasi dengan persentase 5%, 10% dan 15% (w/w) berdasarkan berat keseluruhan material komposit sebesar 60 g. Penambahan pulp TKKS hasil asetilasi dilakukan sedikit demi sedikit pada larutan PLA amorf sambil diaduk dengan *overhead stirrer* sampai terlarut sempurna sekitar 1 jam. Setelah terlarut sempurna kemudian larutan campuran PLA amorf dengan pulp TKKS hasil asetilasi dituangkan (*casting*) dalam cetakan plastik dan didiamkan selama 24 jam sampai kering dalam suhu ruang.

Bahan campuran PLA amorf dengan pulp TKKS hasil asetilasi yang sudah kering, dipotong kecil-kecil ± 1 cm kemudian diproses dengan alat *kneader/rheomix (laboplastomill)* pada suhu 140°C , 60 rpm selama 12 menit. Bahan hasil proses dengan rheomix dibuat contoh uji komposit berbentuk lembaran ukuran panjang x lebar x tebal = $6 \times 5 \times 0,1$ cm menggunakan mesin kempa panas pada suhu 140°C dengan pemberian tekanan secara gradual/bertahap selama 8 menit mulai dari *melting* sampai *setting* dengan kerapatan 1 g/cm^3 . Sebagai pembanding maka dibuat komposit PLA amorf murni tanpa pulp TKKS hasil asetilasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Morfologi

Tampilan permukaan komposit PLA dengan pulp TKKS hasil proses asetilasi disajikan dalam **Gambar 1**. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya pembesaran 50 kali.

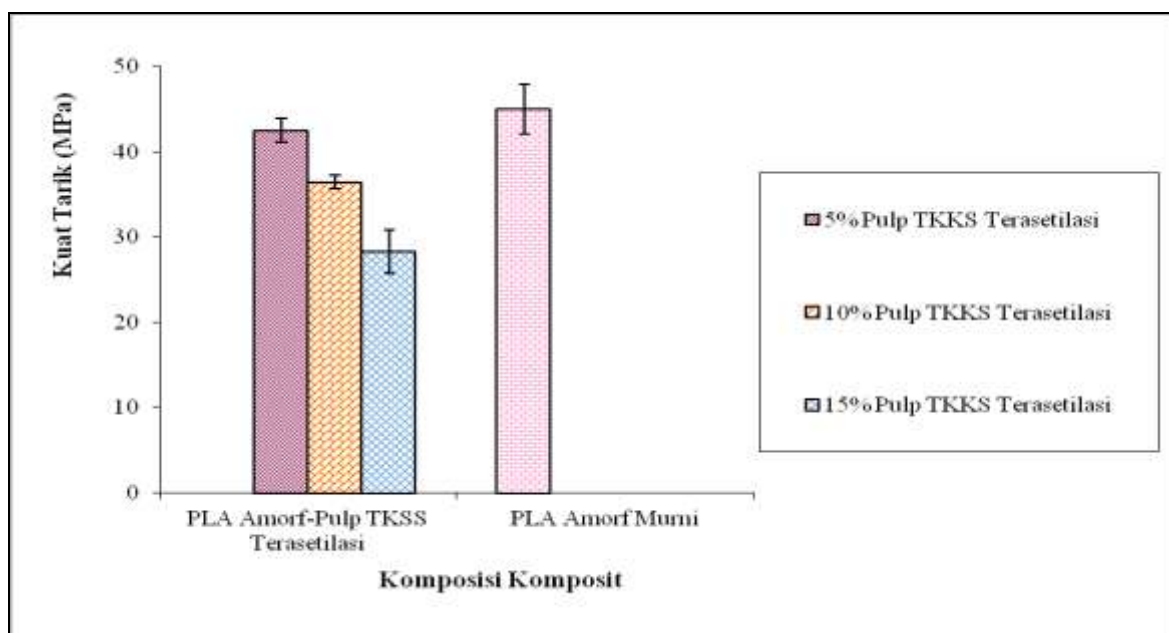


Gambar 1. Perbandingan permukaan komposit PLA amorf murni (A), PLA-5% pulp TKKS terasetilasi (B), PLA-10% pulp TKKS terasetilasi (C) dan PLA-15% pulp terasetilasi (D).

Secara fisik semua material penyusun komposit PLA dengan pulp TKKS hasil asetilasi sudah tercampur pada saat proses *mixing* dalam *laboplastomill*. Namun dari hasil pencitraan dengan mikroskop cahaya pada komposit yang diberi pulp TKKS terasetilasi masih terlihat bentuk serbuk pulp TKKS hasil asetilasi berwarna putih yang belum terdispersi secara sempurna selama proses pencampuran dibandingkan dengan komposit PLA amorf murni yang terlihat mulus tanpa ada bintik-bintik (spot) putih.

Tingkat dispersitas dari pulp TKKS hasil asetilasi yang masih kurang sempurna tersebut ditandai juga dengan adanya aglomerasi (penggumpalan) di beberapa titik pada komposit. Aglomerasi ini terjadi karena adanya perbedaan suhu dekomposisi antara matriks PLA amorf (140° C) dengan pulp TKKS hasil asetilasi (180° C) ketika dikempa panas dalam suhu 140° C. Maka dari itu dengan suhu kempa panas 140° C belum mampu mendispersi secara sempurna pulp TKKS hasil asetilasi sedangkan matriks PLA amorf sudah meleleh secara sempurna. Fenomena ini mengakibatkan dispersitas campuran antara matriks PLA dengan pulp TKKS hasil asetilasi berkurang.

Karakteristik Mekanik



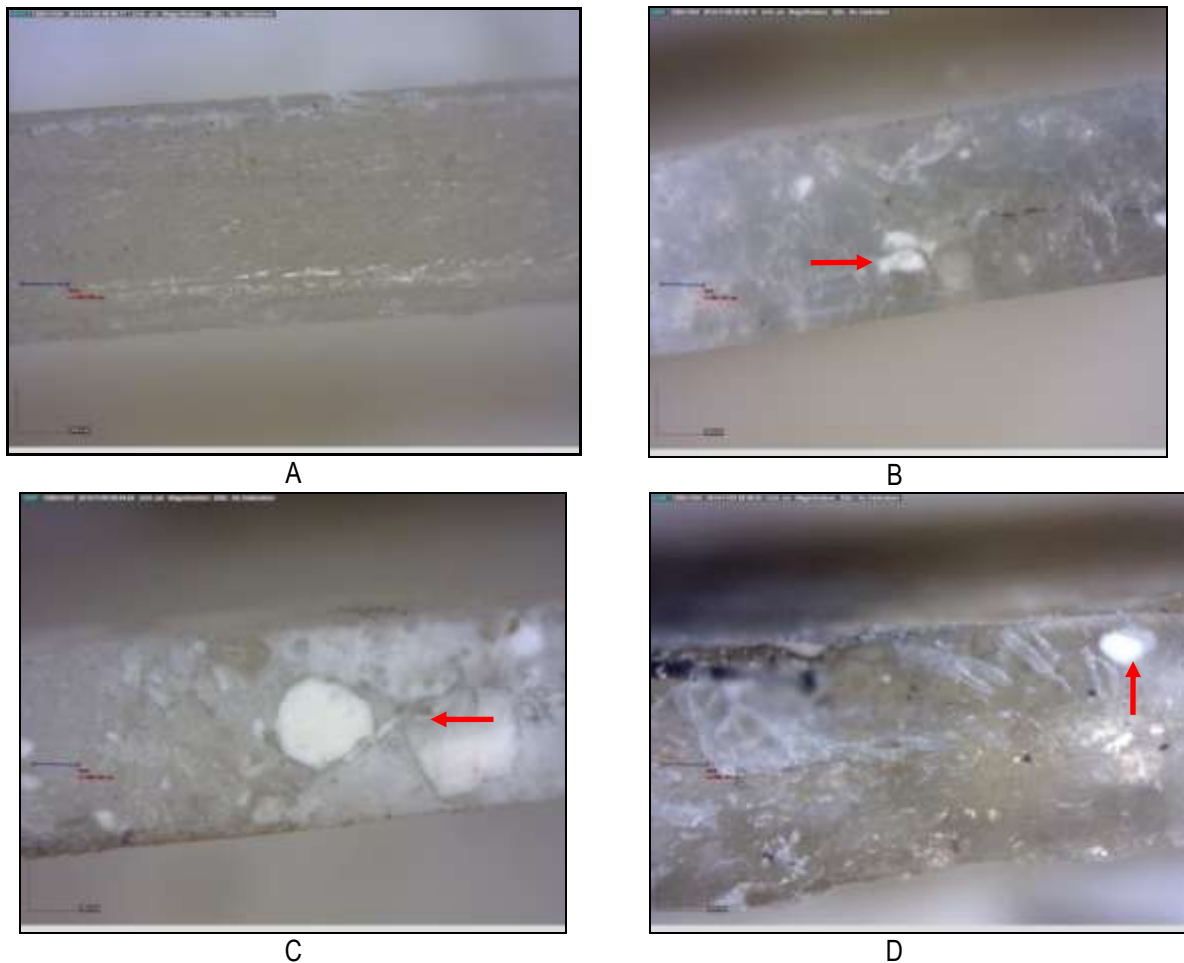
Gambar 2. Histogram kuat tarik komposit PLA amorf

Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Pada **Gambar 2** menunjukkan tentang pengaruh besaran persentase pulp TKKS hasil asetilasi terhadap kekuatan tarik komposit PLA amorf. Hasil memperlihatkan bahwa dengan semakin tinggi persentase pulp TKKS hasil asetilasi dalam komposit PLA amorf menjadikan nilai kuat tarik komposit semakin menurun.

Secara umum nilai rata-rata kuat tarik komposit PLA-pulp TKKS terasetilasi masih lebih rendah dibandingkan komposit PLA amorf murni (45 MPa). Komposit PLA dengan konsentrasi pulp TKKS terasetilasi sebesar 5% (42,48 MPa) memiliki kuat tarik lebih tinggi dibandingkan dibandingkan konsentrasi 10% (36,46 MPa) dan 15% (28,29 MPa).

Fenomena penurunan nilai kuat tarik komposit seiring kenaikan persentase pulp TKKS terasetilasi terhadap PLA diduga adanya ikatan antarmuka (*interfacial bonding*) yang belum kuat antara pulp TKKS hasil asetilasi dengan matriks PLA. Semakin rendah kekuatan tarik komposit mungkin juga disebabkan aglomerasi pulp karena adanya gaya Van der Waals sehingga interaksi antar pulp sebagai pengisi menjadi lebih nyata daripada pengisi-matriks. Adanya penurunan nilai kuat tarik karena masih kurangnya dispersitas antar bahan penyusun komposit dapat dilihat juga pada citra mikroskop cahaya patahan sampel uji kuat tarik seperti dalam **Gambar 3**.



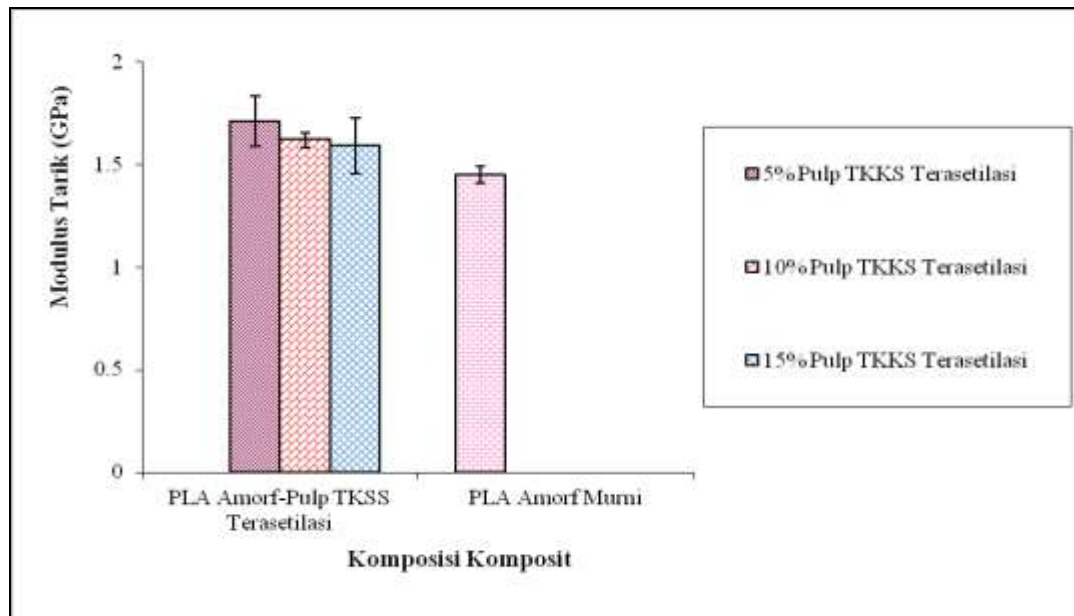
Gambar 3. Permukaan patahan uji kuat tarik komposit PLA amorf murni (A), permukaan patahan uji kuat tarik komposit PLA amorf-5% pulp TKKS terasetilasi (B), permukaan patahan uji kuat tarik komposit PLA amorf-10% pulp TKKS terasetilasi (C), dan permukaan patahan uji kuat tarik komposit PLA amorf-15% pulp TKKS terasetilasi (D) (mikroskop cahaya perbesaran 220x).

Adanya voids antarmuka pada pengisi dengan matriks yang terbentuk karena rendahnya adhesi interfasial di antara pengisi dengan matriks sehingga transfer tegangan menjadi tidak efisien terhadap pengisi yang akhirnya mengurangi kekuatan komposit (Qu et al. 2010).

Modulus Tarik (Tensile Modulus)

Parameter modulus tarik menggambarkan sifat kekakuan dari bahan sehingga semakin tinggi nilai modulus tarik suatu bahan maka bisa dikatakan bahan tersebut semakin kaku. Hasil pengujian yang ditampilkan dalam **Gambar 4** memperlihatkan untuk komposit PLA dengan pulp TKKS hasil asetilasi sebesar 5% memiliki nilai rata-rata modulus tarik tertinggi sebesar 1,75 GPa. Pada komposit yang ditambahkan pulp TKKS hasil asetilasi 10% mempunyai besaran modulus tarik 1,62 GPa. Untuk komposit PLA dengan pulp TKKS hasil asetilasi memiliki nilai rata-rata modulus tarik 1,59 GPa. Adapun nilai TM pada komposit PLA amorf ternyata lebih rendah dibandingkan dengan komposit PLA amorf-pulp TKKS hasil asetilasi sebesar 1,45 GPa pada semua persentase.

Peningkatan nilai modulus tarik dari komposit PLA-pulp TKKS terasetilasi dibandingkan dengan komposit PLA amorf terjadi karena adanya peningkatan interaksi intermolekuler hidrogen, efek kekakuan dari komposit setelah diisi dengan pengisi dan kristalinitas dari pengisi sendiri setelah dimodifikasi melalui proses asetilasi (Cheng et al. 2009).

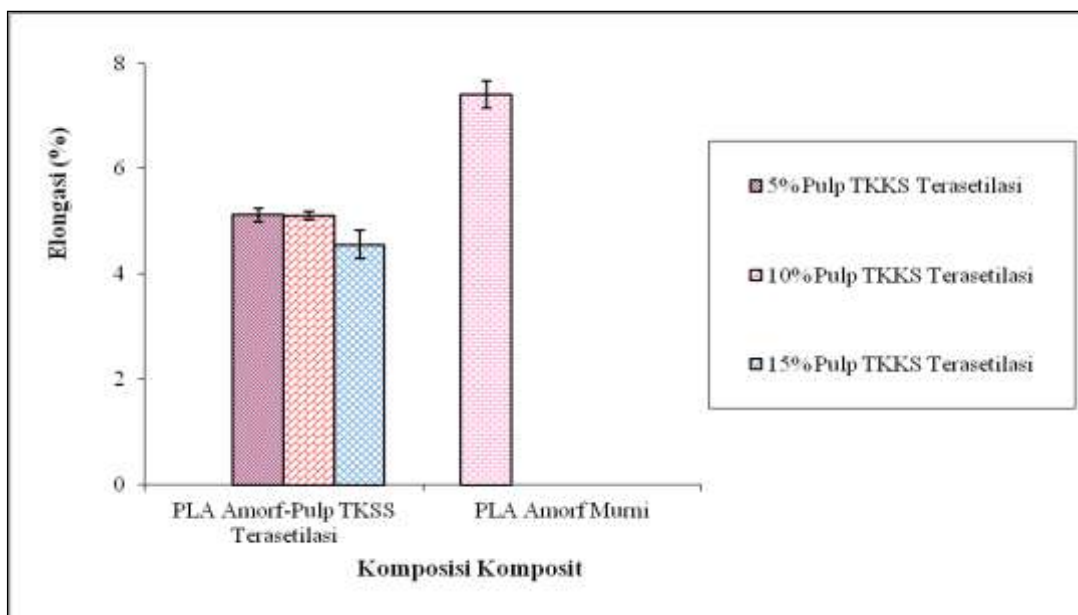


Gambar 4. Histogram besaran modulus tarik komposit PLA amorf

Fenomena peningkatan nilai modulus tarik dari komposit PLA-pulp TKKS terasetilasi ini meskipun belum signifikan memberikan gambaran bahwa penambahan pengisi pada komposit PLA dengan pulp TKKS terasetilasi mampu meningkatkan dispersi, adhesi dan kompatibilitas antara pengisi dengan matriks PLA.

Elongasi (Elongation)

Fenomena penurunan nilai kuat tarik pada komposit PLA-pulp TKKS hasil asetilasi juga terjadi pada nilai elongasi komposit dimana semakin besar persentase pulp TKKS hasil asetilasi dalam komposit PLA menghasilkan komposit dengan nilai elongasi yang semakin kecil dibandingkan komposit PLA amorf murni.



Gambar 5. Histogram besaran elongasi dari komposit PLA amorf.

Peningkatan kekakuan komposit dengan semakin bertambahnya jumlah pengisi mengakibatkan menurunnya nilai elongasi pada komposit PLA-pulp TKKS terasetilasi dibandingkan dengan komposit PLA amorf saja. Hal ini terjadi karena duktilitas komposit semakin berkurang dengan adanya pengisi sehingga

daya elongasinya semakin berkurang juga. Penggunaan pulp sebagai agregat komposit menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan lokal yang signifikan dan mengurangi tingkat regangan atau elongasi (Cheng et al. 2009).

Hasil penelitian Moreale et al. (2008), menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi bahan pengisi mengurangi besaran regangan dari komposit yang menggunakan polimer sintesis maupun polimer biodegradabel. Adapun menurut Husseinsyah et al. (2010) menyatakan bahwa peningkatan jumlah pengisi pada komposit bisa menurunkan sifat elongasi komposit terkait adanya efek kekakuan dan penurunan deformabilitas antarmuka antara pengisi dengan matriks polimer.

KESIMPULAN

Adanya perbedaan suhu dekomposisi bahan, matriks dan suhu proses mengakibatkan menurunnya dispersitas antar bahan penyusun komposit. Penambahan bahan pada komposit PLA amorf dengan pulp TKKS terasetilasi baru bisa sampai taraf meningkatkan nilai modulus tarik komposit sedangkan nilai kuat tarik dan elongasinya belum naik signifikan. Perubahan nilai karakteristik mekanik komposit PLA-pulp TKKS terasetilasi secara umum terjadi karena adanya efek kekakuan, masih munculnya aglomerasi dan menurunnya duktilitas pada komposit dengan hadirnya pengisi. Namun dengan hanya memberikan 5% bahan pengisi (*filler*) dari pulp TKKS terasetilasi pada komposit PLA mampu meningkatkan nilai modulus tarik dibandingkan komposit PLA amorf murni.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheng, Q.; Wang, S.; Rials, T.G. 2009. Poly (vinyl alcohol) nanocomposites reinforced with cellulose fibrils isolated by high intensity ultrasonication, *Composites Part A Applied Science and Manufacturing*, 40, 218–224.
- Husseinsyah, S., Amri, F., and Husin, K. 2010. Chemical modification of chitosan-filled polypropylene (PP) composites: The effect of 3-Aminopropyltriethoxysilane on mechanical and thermal properties. *International Journal of Polymeric Materials*, 60:429-440.
- Leao, A.L., Rowell, R., Tavares, N. 1998. Applications of natural fibers in automotive industri in Brazil – Thermoforming process. Prasad *et al.* (eds). *Science and Technology of Polymer and Advanced Materials*. Plenum Press, New York, pp. 755-761.
- Mohanty, A.K., Misra, M., Drzal, L.T. 2002. Sustainable bio-composites from renewable resources: Opportunities and challenges in the green materials world. *J. Polymers and the Environment*, 10 (1/2): 19-26.
- Morreale, M., Scaffaro, R., Maio, A. and Mantia, F.P.L. 2008. Effect of adding wood flour to the physical properties of a biodegradable polymer. *Composites: Part A* 39, pp. 503-513.
- Oksman, K., Skrifvas, M., Selin, J.F. 2003. Natural fibers as reinforcement in polylactic acid (PLA) composites. *Composites Science and Technology* 63: 1317-1324.
- Qu, P.; Goa, Y.; Wu, G.F.; Zhang, L.P. 2010. Nanocomposite of poly (lactic acid) reinforced with cellulose nanofibrils, *BioResources*, 5(3), 1811–1823.
- Wambua, P., Ivens, J., Verpoest, I. 2003. Natural fibres: Can they replace glass in fibre reinforced plastics?. *Composites Science and Technology* 63: 1259-1264.
- Li, Y. 2013. Characterization of acetylated eucalyptus wood fibers and its effect on the interface of eucalyptus wood/polypropylene composites. *International Journal of Adhesion & Adhesives* 50 (2014) 96–101.
- Zimmermann, T., Pohler, E., Geiger, T. 2004. Cellulose fibrils for polymer reinforcement. *Advanced Engineering Materials* 6 (9): 754-761

SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN PARTIKEL MENGGUNAKAN RESIN MELAMIN UREA FORMALDEHID

Andriati Amir Husin dan Fanji Sanjaya

Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman
Jl. Panyaungan, Cileunyi Wetan, Kabupaten Bandung
Email: andriatiamir@yahoo.com

ABSTRACT

This research studied the effect of urea melamine formaldehyde adhesive resin used in particle board manufacture. The result shows that resin with mole ratio of reactant between formaldehyde with urea+melamine $F/(U+M) = 2 : 1$ and $F/(U+M) = 3/2 : 1$, with the melamin content 20 % of mole (urea + melamine),) will produce particle board better in the physical and mechanical properties when compared to particle board made with other composition. The particle board made of resin with ratio a mole ratio reactant $F/(U+M) = 2 : 1$ with the amount of melamine 20 % of mole (urea+ melamine) better physical properties, whereas particle board made of resin with a mole ratio reactant= $3/2 : 1$ with the melamine content 20 % of mole (urea+melamine) better mechanical properties when compared to particle board made with other composition. The condition of particle board molding process with pressure of 155 kg/cm^2 and compression duration 6 minutes can be used for all resin types, when the curing temperature is between $155^\circ\text{C} - 165^\circ\text{C}$.

Keywords: particle board, urea, melamine, formaldehyde, physical properties, mechanical properties

PENDAHULUAN

Resin urea formaldehid merupakan resin hasil kondensasi urea dengan formaldehid. Resin ini mempunyai sifat fisik dan kimia yang baik, yaitu tahan terhadap asam dan basa, tidak larut dan tidak meleleh, maka resin ini termasuk klas "*thermosetting resin*". Oleh karena sifat - sifat tersebut di atas, maka penggunaan resin urea formaldehid didalam industri sangatlah luas, antara lain: sebagai *finishing agent* di industri tekstil; sebagai bahan tambahan untuk membuat kertas; sebagai *additive*: untuk *ply wood*, papan partikel, dan lain-lain. Pada industri papan partikel penambahan melamin dalam resin urea formaldehid yaitu untuk memperbaiki sifat-sifat dari resin urea formaldehid, terutama ketahanan papan partikel terhadap kelembaban udara tinggi, sehingga sifat-sifat dari resin urea melamin formaldehid merupakan kombinasi dari sifat-sifat resin urea formaldehid dan resins melamin formaldehid.

Resin *thermosetting* yang akan digunakan sebagai perekat pada pembuatan papan partikel, masih merupakan sirup resin (bentuk *intermediate resin*), yang mana resin masih bersifat dapat larut dan dapat meleleh, dan belum membentuk struktur molekul tiga dimensi. Karena sirup resin tersebut sebelum digunakan sebagai perekat pada pembuatan papan partikel masih ditambahkan zat kimia lain, sehingga apabila resin sudah membentuk struktur tiga dimensi, zat kimia yang ditambahkan tidak dapat masuk ke dalam struktur resin sehingga resin yang dihasilkan tidak akan memiliki sifat-sifat yang diharapkan.

Resin sintetik yang biasa digunakan sebagai perekat pada pembuatan papan partikel adalah:

Phenol formaldehid: resin ini lebih tahan terhadap kelembaban udara yang tinggi sehingga cocok untuk pembuatan papan partikel yang akan dipakai sebagai bahan untuk bagian luar bangunan (*exterior*). Polimerisasi kondensasi dari phenol dan formaldehid dalam suasana asam atau basa. Jika dalam suasana basa polimerisasi menghasilkan metilol fenol dan jika dalam suasana asam polimerisasi menghasilkan resin mololak (2,3).

Melamin adalah bahan kimia yang berupa kristal berwarna putih yang kelarutannya sangat rendah dalam air, alkohol atau pelarut umum lainnya. Tapi melamin ini dapat larut dalam formalin yang dihangatkan dan membentuk polimer yang bersifat resin dengan cara dipanaskan dan kondisinya agak basa. Kelebihan melamin formaldehid adalah cukup tahan terhadap air panas, yakni dapat direbus dalam air selama tiga jam,

stabilitas terhadap panasnya tinggi, dapat mengeras pada suhu yang sangat rendah serta dapat digunakan untuk impregnasi (7)

Melamin formaldehid: resin ini mempunyai sifat antara resin urea formaldehid dan phenol formaldehid, demikian juga harganya. Resin melamin formaldehid lebih tahan terhadap kelembaban udara yang tinggi, bila dibandingkan dengan resin urea formaldehid, sehingga cocok untuk perekat pada pembuatan papan partikel yang akan digunakan sebagai bahan dibagian luar bangunan. Reaksi berlangsung dalam suasana basa (pH 8-9) dan menghasilkan metilol melamin.

Urea formaldehid: resin ini paling banyak digunakan sebagai perekat dalam pembuatan papan partikel, karena harganya murah, akan tetapi resin urea formaldehid tidak tahan terhadap kelembaban udara yang tinggi, sehingga papan partikel yang dihasilkan dengan menggunakan resin ini cocok untuk bahan dibagian dalam bangunan (*interior*). Reaksi berlangsung dalam suasana netral atau sedikit basa (pH 7-8) dan menghasilkan metilol urea.

Untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu yang diinginkan, maka resin tersebut ditambah dengan bahan-bahan tertentu sebelum dilakukan proses pencampuran resin dengan *chips* dan proses curing. Bahan-bahan lain yang ditambahkan pada perekat adalah: hardener, fungisida dan insektisida dan bahan kimia lain.

Hardener adalah suatu senyawa atau campuran senyawa yang dapat membebaskan asam, apabila dicampur dengan resin. *Hardener* merupakan zat "*curing*" bagi sistem perekat, begitu juga katalis yang dapat digunakan sebagai zat "*curing*" bagi resin termoset, mempersingkat waktu "*curing*" dan meningkatkan ikatan silang polimernya (3,4). Katalis yang biasa digunakan untuk reaksi kondensasi dalam suasana asam adalah katalis asam atau garam yang berasal dari asam kuat, misalnya HCl, HNO₃, H₂SO₄, NH₄Cl, CH₃COOH dan lain-lain. Dalam percobaan ini sebagai *hardener* digunakan NH₄Cl, karena disamping harganya murah juga mempunyai *pot life* yang lebih baik bila dibandingkan dengan perekat yang menggunakan *hardener* asam. *Pot life* adalah waktu yang diperlukan oleh resin untuk mencapai keadaan tidak dapat larut dan tidak dapat leleh. Jika hanya menggunakan NH₄Cl saja sebagai *hardener* maka akan diperoleh *pot life* yang terlalu pendek, oleh sebab itu harus ditambahkan bahan lain yaitu dalam hal ini menggunakan heksamin dan NH₄OH. Perbandingan antara *hardener* dengan resin harus diatur sedemikian rupa sehingga diperoleh *pot life* dari campuran perekat yang cukup baik, dan juga untuk menyempurnakan proses *curing*.

Fungisida dan insektisida untuk memperbaiki kualitas papan partikel, terutama dalam ketahanannya terhadap serangan serangga dan tumbuhnya jamur pada papan partikel, maka pada perekat ditambahkan zat yang bersifat anti jamur dan anti serangga. Sebagai fungisida dan insektisida dapat digunakan natrium penta khloro phenol. Dipasaran fungisida dijual dengan berbagai merek dagang, antara lain basileum, xiligen, parafongis, sedangkan insektisida dijual dalam berbagai merek dagang, diantaranya agrolin

Bahan kimia lain yang ditambahkan pada perekat adalah: Parafin dan asam stearat untuk membentuk emulsi parafin. Fungsinya adalah untuk memperkecil penyerapan air dan pengembangan dari papan partikel. Ammonia berfungsi sebagai bahan *retarder* agar perekat mempunyai *pot life* yang panjang. Natrium heksa meta fosfat berfungsi sebagai *surface agent* yang memberikan pengaruh pada *bonding effect* dari perekat, karena senyawa ini akan menarik molekul-molekul air dari resin, hingga ikatan antara molekul-molekul selulosa yang ada pada kayu menjadi lebih kuat

Bahan baku untuk pembuatan papan partikel dapat digunakan berbagai jenis, antara lain: limbah kayu, *saw dust* dan lain-lain. Disamping itu bahan baku jenis serat seperti baggase, jerami, sekam padi dapat pula digunakan, tetapi pada baggase banyak ditemukan kotoran dan bunga karang yang harus dihilangkan, karena akan menyerap dan menghabiskan lebih banyak bahan perekat dan akan mengurangi kekuatan dari papan partikel.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengempaan adalah waktu pengempaan, temperatur pengempaan dan tekanan pengempaan (4,6,7)

Waktu pengempaan dipengaruhi oleh tipe resin yang digunakan, tebal papan partikel, kerapatan massa dari papan, kadar air dari *chips* yang telah diberi perekat, jenis kayu, ukuran dan sifat-sifat papan yang diinginkan serta temperatur pengempaan

Temperatur pengempaan untuk memperoleh produk papan partikel yang lebih ekonomis, maka waktu pengempaan harus dikurangi menjadi seminimum mungkin, dengan cara menaikkan temperatur pengempaan dan mempercepat reaksi dengan penambahan *hardener* yang mengeluarkan asam yang berfungsi sebagai katalis, hingga kondensasi dari resin akan lebih cepat. Temperatur *curing* untuk resin urea formaldehid 140 °C – 160 °C dan untuk resin melamin formaldehid 160 °C – 170 °C.

Tekanan spesifik untuk pengempaan tergantung pada kompresibilitas dari partikel, yaitu: kompresibilitas dari bahan baku, temperatur, ukuran dan densiti partikel. Kondisi operasi proses dapat

mempengaruhi densiti papan yang dihasilkan, sifat-sifat fisis, pengembangan dan ekspansi linier. Oleh sebab itu pemilihan kondisi operasi yang tepat perlu diteliti untuk mendapatkan hasil yang baik, dipandang dari segi kuantitas maupun kualitas, dimana produk yang dihasilkan cukup memenuhi persyaratan minimal untuk kualifikasi standar penggunaan produk untuk bahan bangunan (5).

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik dari papan partikel yang dibuat dengan menggunakan resin urea melamin formaldehid.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: kayu karet terdiri dari dua ukuran, yaitu partikel kasar dengan ukuran ayakan -8 +16 dan partikel halus dengan ukuran ayakan -16, melamin, urea, formalin, NH_4OH pekat, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, heksamin, ammonium khlorida, parafin, natrium heksa meta fosfat dan air. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: viscometer, *heating* mantel, kertas pH, labu leher empat, gelas kimia, batang pengaduk, gelas ukur, timbangan, termometer, ember plastik, kantong-kantong plastik, cetakan, plat besi, *stop watch*, gergaji, jangka sorong, penangas air, oven, eksikator, mesin pres panas, mesin uji kekuatan tarik dan mesin uji kekuatan tekan.

1. Rancangan campuran

Rancangan campuran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rancangan campuran

Komposisi	Perbandingan mol (F / U + Me)	% mol melamin dalam campuran urea dan melamin
I	2 : 1	20
II	2 : 1	10
III	1,5 : 1	20
IV	1,5 : 1	10

2. Prosedur

- Pembuatan sirup resin dengan perbandingan antara formalin dengan (urea + melamin) = 2 : 1 dan 3/2 : 1. Banyaknya melamin 10 % dan 20 % mol (urea+melamin) dengan kadar resin 60 %.
- Pembuatan *hardener*: timbang 60 g heksamin dan 100 g NH_4Cl dan masukkan ke dalam gelas kimia 1000 mL; kemudian larutkan campuran tersebut dengan air sampai volumenya menjadi 500 mL.
- Pembuatan bahan pembantu lainnya: timbang 410 g parafin dan 90 g asam stearat, lalu panaskan sampai semuanya mencair pada temperatur 90 °C – 95 °C; campurkan 37,5 mL ammonium 25 % dengan 0,8 g natrium heksa meta fosfat dan 750 mL air, lalu panaskan sampai temperatur 95 °C; campurkan kedua larutan tersebut dan biarkan sampai temperatur 55 °C; kemudian tambahkan 275 mL air, aduk campuran tersebut sampai emulsi yang terbentuk sempurna dan biarkan sampai temperatur kamar.
- Pembuatan contoh uji: papan partikel yang dibuat terdiri dari tiga lapis dimana perbandingan antara lapisan luar dengan lapisan dalam adalah 25 % : 50 % : 25 %.
- Timbang 1067 g *chips* dan masukkan ke dalam tempat pencampur; timbang 247,7 g sirup resin, campur dengan 3,07 *hardener* dan 9,21 g bahan pembantu lain untuk lapisan dalam dan untuk lapisan luar diperlukan 2,85 g *hardener* dan 8,56 g bahan pembantu lain dengan jumlah resin yang sama seperti untuk pembuatan lapisan dalam, lalu campuran diaduk sampai rata.
- Setelah campuran tercampur sempurna, semprotkan pada *chips* yang telah tersedia sampai merata.
- *Chips* yang telah tercampur sempurna, masukkan ke dalam cetakan yang berukuran 40 cm x 40 cm x 2 cm lapis demi lapis, lalu masukkan ke dalam mesin pres, kemudian Kempa pada kekuatan 155 kg/cm² dengan temperatur antara 155 °C – 165 °C dan waktu pengempaan bervariasi antara 5 menit dan 6 menit.

3. Pengujian

- Penentuan kadar resin: Masukkan resin ke dalam cawan porselen kosong yang telah diketahui beratnya (G_0), timbang cawan yang telah berisi resin (G_1), panaskan resin dalam oven pada temperatur tertentu hingga semua air yang terdapat dalam resin menguap, dinginkan dalam desikator kemudian timbang sampai berat konstan (G_2).

$$\text{Kadar resin} = \frac{G_2 - G_0}{G_1 - G_0} \times 100 \%$$

- Penentuan sifat fisis dan mekanis antara lain: densiti, kadar air, pengembangan, penyerapan air, kekuatan lentur, kekerasan, kekuatan cabut paku dan kekuatan tarik tegak lurus permukaan berdasarkan SNI 03 – 2105 - 2005 tentang Papan partikel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data hasil pengujian sifat fisis dan mekanis papan partikel terdapat pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 9.

Tabel 2. Sifat fisis papan partikel dengan komposisi I (F/U+M = 2 dan mol melamin = 20 %)

F/U+M	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Tebal (cm)	Kerapatan (g/cm ³)	Kadar air (%)	Pengembangan (%)	Absorpsi (%)
20	155	5	1,92	0,68	7,42	12,34	73,78
20	155	6	1,85	0,79	7,78	17,52	63,69
20	160	5	1,91	0,65	7,51	15,04	83,14
20	165	6	1,91	0,73	8,32	14,74	69,51

Tabel 3. Sifat mekanis papan partikel dengan komposisi I (F/U+M = 2 dan mol melamin = 20 %)

F/U+M	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Kuat lentur (kg/cm ²)	Kuat cabut paku (kg)	Kuat tarik (kg/cm ²)	Kekerasan (kg/cm ²)
20	155	5	252,75	123,98	4,96	413,64
20	155	6	193,02	100,36	3,72	380,68
20	160	5	247,37	120,86	3,67	447,26
20	165	6	194,88	152,94	4,84	347,42

Tabel 4. Sifat fisis papan partikel dengan komposisi II (F/U+M = 2 dan mol melamin = 10 %)

F/U+M	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Tebal (cm)	Kerapatan (g/cm ³)	Kadar air (%)	Pengembangan (%)	Absorpsi (%)
10	155	6	2,03	0,75	6,95	23,23	77,22
10	160	5	1,93	0,74	6,35	26,10	83,08
10	160	6	1,88	0,78	7,00	23,62	74,55
10	165	5	1,91	0,65	6,94	21,32	92,02
10	165	6	1,74	0,77	7,06	39,49	97,93

Tabel 5. Sifat mekanis papan partikel dengan komposisi II (F/U+M = 2 dan mol melamin 10 %)

F/U+M	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Kuat lentur (kg/cm ²)	Kuat cabut paku (kg)	Kuat tarik (kg/cm ²)	Kekerasan (kg/cm ²)
10	155	6	177,27	94,02	3,01	418,02
10	160	5	152,48	96,88	2,65	376,26
10	160	6	194,60	105,78	4,14	375,20
10	165	5	145,82	86,68	2,97	373,22
10	165	6	174,87	114,88	4,03	449,72

Tabel 6. Sifat fisis papan partikel dengan komposisi III (F/U+M = 3/2 dan mol melamin = 20 %)

F/U+M	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Tebal (cm)	Kerapatan (g/cm ³)	Kadar air (%)	Pengembangan (%)	Absorpsi (%)
20	155	5	1,94	0,71	6,17	25,68	87,59
20	155	6	1,83	0,81	5,87	19,05	58,48
20	160	5	1,85	0,71	6,43	25,92	88,41
20	160	6	1,74	0,74	6,72	29,10	89,77
20	165	5	1,74	0,83	6,86	25,06	65,99
20	165	6	1,95	0,74	7,44	25,72	82,81

Tabel 7. Sifat mekanis papan partikel dengan komposisi III (F/U+M = 3/2 dan mol melamin = 20 %)

F/U+M	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Kuat lentur (kg/cm ²)	Kuat cabut paku (kg)	Kuat tarik (kg/cm ²)	Kekerasan (kg/cm ²)
20	155	5	220,71	153,28	4,72	475,12
20	155	6	254,82	127,28	5,49	480,64
20	160	5	182,82	145,84	3,69	423,18
20	160	6	219,21	198,84	5,25	610,40
20	165	5	234,09	172,12	4,26	511,26
20	165	6	136,12	117,96	3,28	323,30

Tabel 8. Sifat fisis papan partikel dengan komposisi IIV (F/U+M = 3/2 dan mol nelamin = 10 %)

F/U+M	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Tebal (cm)	Kerapatan (g/cm ³)	Kadar air (%)	Pengembangan (%)	Absorpsi (%)
10	155	5	1,97	0,65	8,90	32,12	107,36
10	155	6	1,91	0,77	7,50	23,17	70,60
10	160	5	1,81	0,78	7,22	30,19	77,82
10	160	6	1,84	0,77	7,47	19,85	67,74
10	165	5	1,89	0,80	7,32	25,03	73,57
10	165	6	1,86	0,79	6,96	27,72	76,56

Tabel 9. Sifat mekanis papan partikel dengan komposisi IV (F/U+M = 3/2 dan mol melamin 10 %)

F/U+M	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Kuat lentur (kg/cm ²)	Kuat cabut paku (kg)	Kuat tarik (kg/cm ²)	Kekerasan (kg/cm ²)
10	155	5	119,47	101,60	2,66	295,88
10	155	6	170,83	122,98	3,65	403,60
10	160	5	224,73	156,38	4,08	484,50
10	160	6	189,20	120,66	4,60	397,16
10	165	5	203,01	138,30	3,64	424,54
10	165	6	195,79	133,24	3,52	404,50

Dari data hasil pengujian di atas ternyata resin dengan komposisi F/(U+Me) = 2 : 1 dan F/(U+Me) = 3/2 : 1 dengan jumlah melamin 20 % mol (U+Me) menghasilkan papan partikel yang lebih baik dalam sifat fisis dan mekanisnya jika dibandingkan dengan papan patikel yang dibuat dari resin dengan komposisi F/(U+Me) = 2 : 1 dan F/(U+Me) = 3/2 : 1 dengan jumlah melamin 10 % mol (U+Me). Papan partikel yang dibuat dari resin dengan komposisi F/(U+Me) = 2 : 1 dengan jumlah melamin 20 % mol (U+Me) lebih baik dalam sifat fisis dan papan partikel yang dibuat dari resin dengan komposisi F/(U+Me) = 3/2 : 1 dengan jumlah melamin 20 % mol (U+Me) lebih baik dalam sifat mekanisnya.

Dilihat dari kondisi pencetakan dengan komposisi F/(U+Me) = 2 : 1 dan F/(U+Me) = 3/2 : 1 dengan jumlah melamin 20 % mol (U+Me) baik untuk semua tipe resin dibandingkan dengan papan partikel yang dibuat dengan kondisi pencetakan yang lain. Pencetakan *chips* dengan perekat dilakukan secara manual sehingga mempengaruhi homogenitas dari pencampuran bahan tersebut.

Pada pembuatan papan partikel tidak dilakukan *pre prerssing* dan *limit switch* pada mesin pencetak tidak dapat berfungsi, sehingga homogenitas dari kerapatan partikel berkurang dan ketebalan dari papan partikel yang dihasilkan bervariasi

KESIMPULAN

1. Papan partikel yang dibuat dengan komposisi resin $F/(U+Me) = 2 : 1$ dan $F/(U+Me) = 3/2 : 1$ dengan jumlah melamin 20 % mol (U+Me) lebih baik dari pada papan partikel yang dibuat dengan jumlah melamin 10 % mol (U+Me).
2. Papan partikel yang dibuat dari resin dengan komposisi $F/(U+Me) = 3/2 : 1$ dengan jumlah melamin 20 % mol (U+Me) sifat mekanisnya dapat memenuhi syarat kecuali pada temperatur 165 °C dan waktu pengempaan 6 menit tidak memenuhi syarat.
3. Papan partikel yang dibuat dari resin dengan komposisi $F/(U+Me) = 3/2 : 1$ dengan jumlah melamin 10 % mol (U+Me) untuk kondisi pengempaan 5 dan 6 menit sifat mekanisnya tidak memenuhi persyaratan. Sifat fisis papan partikel yang dibuat untuk semua campuran tidak memenuhi persyaratan.
4. Semakin banyak jumlah melamin di dalam resin urea melamin formaldehid kualitas papan partikel akan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005. Papan partikel, SNI 03-2105-2005
- Golding, B. 1959. Polymers and Resins. Van Nostrand Company Inc. Princeton. New Jersey.
- Houwink, R. and G. Salomon. 1965. Adhesion and Adhesives. Second edition. Volume 1. Elsevier Publishing Company. New York.
- Hartono, A.J., dkk. 1992. Memakai Polimer Perekat. Andi offset. Yogyakarta.
- Irving, S. 1962. Handbook of Adhesives. Van Nostrand. Reinhold Company. New York.
- Ishak, N. 2012. Formulation of Melamine Urea Formaldehyde (MUF) Resin by Using Various Types Filler. Thesis. Faculty of chemical and Natural Resources Engineering. University Malaysia Pahang.
- Ruhendi, S. Perekat dan Teknik Dasar Perekatan Kayu Komposit. Materi kuliah.

KARAKTERISTIK PAPAN LAMINASI BATANG KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI PELAPIS LUAR DAN BERAT LABUR PEREKAT

Tito Sucipto^{1*}, Rudi Hartono¹, Wahyu Dwianto², Teguh Darmawan²

¹. Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan

². Pusat Penelitian Biomaterial, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong

*E-mail: titomedan@yahoo.com

ABSTRAK

Batang kelapa sawit (BKS) adalah sumberdaya perkebunan yang potensial dijadikan sebagai bahan baku papan laminasi. Kekurangan sifat fisis dan mekanis papan laminasi BKS dioptimalisasi dengan penggunaan pelapis luar (*face*) berupa kayu solid, optimalisasi berat labur perekat phenol formaldehida (PF) dan pemadatan BKS untuk bagan inti (*core*) papan laminasi. Papan laminasi dibuat dengan ukuran 45 cm x 5 cm x 3 cm. Perlakuan yang digunakan adalah jenis pelapis luar (BKS, sengon, meranti), dan berat labur perekat PF (240 g/m², 260 g/m², 280 g/m²). Pengujian kualitas papan laminasi mengacu pada JAS 243: 2003 tentang *Standard of Glued Laminated Timber*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sifat fisis dan mekanis papan laminasi dengan variasi pelapis luar dan berat labur perekat berdasarkan JAS 243: 2003; serta menentukan jenis pelapis luar dan berat labur perekat optimal untuk mendapatkan kualitas papan laminasi BKS terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas papan laminasi BKS yang dihasilkan adalah: kadar air sebesar 5,81~8,50%; kerapatan 0,36~0,60g/cm³; pengembangan tebal 8,36~13,20%; delaminasi 0%; modulus patah (MOR) 112,28~358,14kg/cm² dan modulus lentur (MOE) 17.918~55.526 kg/cm². Kualitas papan laminasi BKS tersebut memenuhi JAS 243: 2003 pada karakteristik MOR yang menggunakan pelapis meranti, serta semua karakteristik kadar air dan delaminasi. Semua karakteristik MOE tidak memenuhi JAS 243: 2003, sedangkan karakteristik kerapatan dan pengembangan tebal tidak disyaratkan. Pada pembuatan papan laminasi BKS ini, jenis pelapis luar paling optimal adalah kayu meranti dan berat labur perekat PF paling optimal adalah 240 g/m².

Kata kunci: papan laminasi, batang kelapa sawit, phenol formaldehida, pelapis luar, berat labur perekat

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan masyarakat akan produk kayu berbanding terbalik dengan ketersediaan sumber bahan baku kayu dari hutan, sehingga perlu dieksplorasi alternatif bahan baku substitusi kayu dari sektor lain seperti perkebunan. Salah satu bahan baku alternatif dari perkebunan adalah batang kelapa sawit (BKS), yang dapat dibuat menjadi papan komposit seperti papan laminasi.

Perkembangan luas areal perkebunan kelapa sawit dari tahun ke tahun meningkat secara signifikan. Data Dirjen Perkebunan Kementerian Pertanian (2012) menunjukkan bahwa areal perkebunan sawit di Indonesia tahun 2010 seluas 8,39 juta hektar mengalami peningkatan pada tahun 2012 menjadi 9,27 juta hektar.

Tanaman kelapa sawit yang sudah berumur 25 tahun harus diremajakan (*replanting*), agar produktivitas sawit tetap terjaga dan memudahkan pemanenan buah sawit. Selama ini belum ada pemanfaatan yang optimal terhadap BKS yang diremajakan. Di areal perkebunan, BKS hasil peremajaan hanya dibiarkan, ditumpuk atau dibakar.

BKS adalah sumberdaya perkebunan yang potensial dijadikan sebagai bahan baku papan laminasi. Menurut Serrano (2003), papan laminasi adalah produk yang dihasilkan dengan cara menyusun dan merekatkan sejumlah papan atau lamina di atas satu dan yang lainnya dengan arah serat sejajar, sehingga membentuk papan yang diinginkan.

Kekurangan sifat fisis dan mekanis papan laminasi BKS dioptimalisasi dengan penggunaan pelapis luar (*face*) berupa kayu solid, optimalisasi berat labur perekat dan pemadatan BKS untuk bagan inti (*core*) papan laminasi. Pelapis luar menggunakan kayu komersil yaitu sengon dan meranti untuk meningkatkan

kekuatan mekanisnya. Penggunaan pelapis luar juga dimaksudkan untuk meningkatkan nilai dekoratif papan laminasi.

Optimalisasi berat labur perekat bertujuan untuk mendapatkan berat labur yang optimal secara kualitas dan ekonomis. Berat labur yang terlalu tinggi akan meningkatkan biaya pembelian perekat dan pemborosan perekat, karena sebagian perekat akan keluar dari bidang rekat. Sebaliknya berat labur perekat yang terlalu rendah akan menurunkan kualitas ikatan perekatan, karena perekat tidak terlaburi secara sempurna pada bidang rekat. Perekat yang digunakan adalah perekat phenol formaldehida (PF) yang menurut Ruhendi dkk (2007) memiliki kelebihan berkualitas baik, tahan cuaca, tahan air, tahan organisme perusak kayu dan dapat digunakan untuk penggunaan luar ruangan (eksterior).

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian ini dengan judul “Karakteristik Papan Laminasi Batang Kelapa Sawit dengan Variasi Pelapis Luar dan Berat Labur Perekat”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sifat fisis dan mekanis papan laminasi dengan variasi pelapis luar dan berat labur perekat berdasarkan JAS 243: 2003; serta menentukan jenis pelapis luar dan berat labur perekat optimal untuk mendapatkan kualitas papan laminasi BKS terbaik. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan papan laminasi yang lebih berkualitas dari papan laminasi BKS yang telah dibuat sebelumnya.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah batang kelapa sawit (BKS), kayu sengon, kayu meranti, dan perekat phenol formaldehida (PF). Alat yang digunakan adalah *chainsaw*, *circular saw*, oven, mesin serut, ampelas, kempa panas (*hot press*), timbangan, kaliper, kape dan *universal testing machine* (UTM).

Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri atas:

1. Persiapan bahan baku.

Tanaman kelapa sawit ditebang dan dipotong menjadi log sepanjang 100 cm. Log dibelah menjadi balok dan dipisahkan antara balok bagian tepi (dekat kulit) dan bagian dalam (dekat empulur). Balok BKS bagian tepi yang berkerapatan lebih tinggi dijadikan sebagai bahan baku papan laminasi bagian lapisan luar (*back*), sedangkan balok BKS bagian dalam yang berkerapatan lebih rendah akan dipadatkan dan dijadikan sebagai bahan baku papan laminasi bagian lapisan tengah/inti (*core*). Kayu sengon dan meranti didapatkan dari toko material dalam bentuk kayu gergajian.

2. Pengeringan dan pembelahan balok BKS, sengon dan meranti.

Balok dikeringkan dengan cara dijemur dan dikeringkan dalam oven sampai kadar air kering udara ($\pm 12\%$). Balok BKS dibelah menggunakan *circular saw* menjadi bilah ukuran 45 cm x 5 cm x 1 cm (bagian *face* dan *back*) dan ukuran 45 cm x 5 cm x 2 cm (bagian *core*). Balok sengon dan meranti dibelah menjadi bilah ukuran 45 cm x 5 cm x 1 cm (bagian *face*).

3. Pemadatan bilah BKS untuk bagian inti (*core*).

Bilah BKS ukuran 45 cm x 5 cm x 2 cm dipadatkan bagian tebalnya sebanyak 50% menjadi ukuran 45 cm x 5 cm x 1 cm. Pemadatan menggunakan kempa panas pada suhu 150°C, tekanan 1 atm selama 30 menit.

4. Penyerutan dan pengampelasan bilah.

Bilah BKS, bilah sengon dan meranti diserut dan diampelas agar permukaannya rata dan halus.

Permukaan bilah yang rata akan memudahkan pelaburan perekat dan meningkatkan kualitas ikatan rekat.

5. Perakitan dan pelaburan perekat.

Bilah dipilih dan diseleksi untuk setiap papan laminasi yang dibuat. Tiap papan laminasi terdiri atas tiga bilah yang disusun pada arah tebal, yaitu bagian *face* (bilah BKS, sengon, meranti), bagian *core* (bilah BKS yang dipadatkan) dan bagian *back* (bilah BKS). Papan laminasi dibuat dengan ukuran 45 cm x 5 cm x 3 cm. Perlakuan yang digunakan adalah jenis pelapis luar (BKS, sengon, meranti), dan berat labur perekat PF (240 g/m², 260 g/m², 280 g/m²). Pelaburan perekat PF menggunakan kape dengan teknik *double spread*, artinya perekat dilaburkan secara merata pada kedua permukaan rekat yang akan direkat. Susunan bilah dalam membentuk papan laminasi disajikan pada Gambar 1.

BKS/ sengon/ meranti
BKS yang dipadatkan
BKS

Gambar 1. Susunan bilah pada papan laminasi BKS

6. Pengempaan.

Bilah yang sudah dilaburi perekat selanjutnya dikempa menggunakan kempa panas. Pengempaan dilakukan pada suhu 150 °C, tekanan 1 atm selama 15 menit.

7. Pengkondisian (*conditioning*).

Pengkondisian bertujuan untuk meminimalkan tegangan-tegangan sisa pengempaan dan mematangkan perekat secara sempurna. Pengkondisian dilakukan dengan cara penumpukan papan laminasi dalam ruangan.

8. Pengampelasan papan laminasi.

Papan laminasi diampelas untuk meratakan permukaan papan dan menghilangkan sisa perekat yang keluar dari bidang rekat. Pengampelasan dilakukan secara manual menggunakan ampelas sampai rata dan halus.

9. Pemotongan contoh uji.

Pemotongan contoh uji dilakukan dengan *circular saw*. Ukuran contoh ujinya adalah 3 cm x 2 cm x 3 cm (pengujian kadar air dan kerapatan; pengembangan tebal), 10 cm x 2 cm x 3 cm (pengujian delaminasi), 45 cm x 3 cm x 3 cm (pengujian MOR dan MOE).

10. Pengujian sifat fisis dan mekanis.

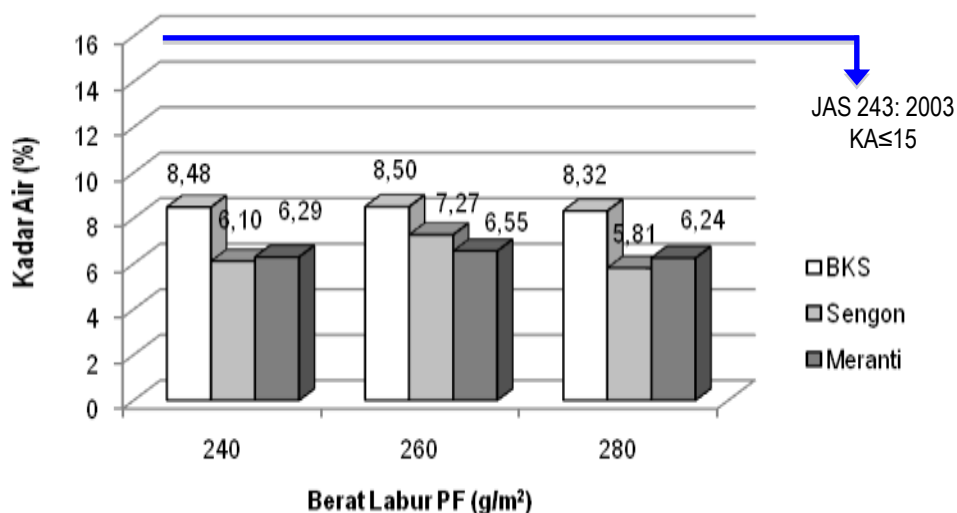
Sifat fisis dan mekanis yang diuji adalah kadar air, kerapatan, pengembangan tebal, delaminasi, modulus patah (MOR) dan modulus lentur (MOE). Pengujian kualitas papan laminasi mengacu pada JAS 243: 2003 tentang *Standard of Glued Laminated Timber*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Papan laminasi yang dibuat berukuran 45 cm x 5 cm x 3 cm, terdiri atas tiga lapisan bilah bahan baku yang berbeda. Sifat fisis papan laminasi yang dideterminasi adalah kadar air (KA), kerapatan (KR), pengembangan tebal (PT), sedangkan sifat mekanis papan laminasi yang diukur adalah *modulus of rupture* atau modulus patah (MOR) dan *modulus of elasticity* atau modulus lentur (MOE).

Kadar air

Kadar air menunjukkan persentase kandungan air dalam papan laminasi. Kadar air papan laminasi BKS berada pada kisaran 5,81~8,55%. Kadar air tertinggi adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar BKS dan menggunakan berat labur perekat 240 g/m², yaitu sebesar 8,55%. Kadar air terendah adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar sengon dan menggunakan berat labur perekat 280 g/m², yaitu sebesar 5,81%. Nilai kadar air masing-masing papan laminasi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai kadar air papan laminasi BKS

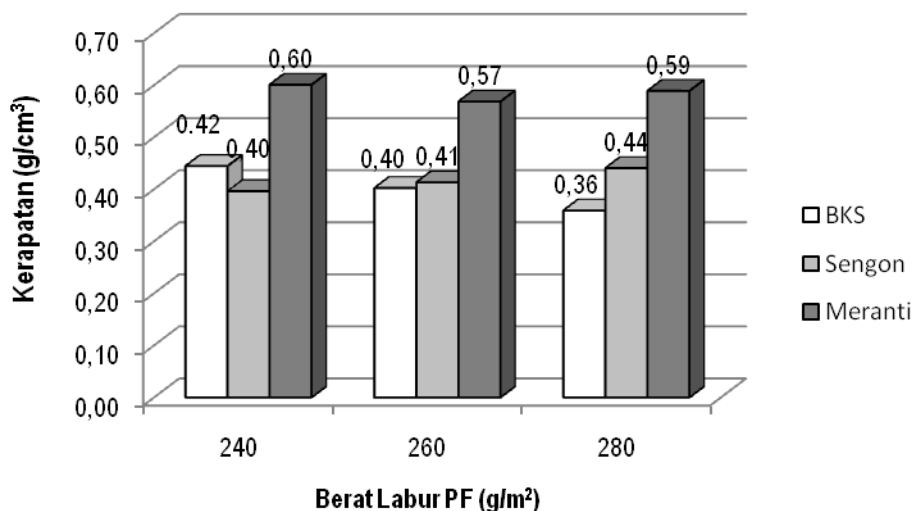
Nilai kadar air papan laminasi pada Gambar 2, menunjukkan bahwa semua nilai kadar air papan laminasi memenuhi JAS 243: 2003 yang mensyaratkan kadar air papanlaminasi maksimal 15%. Nilai KA papan laminasi tersebut termasuk rendah dan dibawah kadar air kesetimbangan (KAK) atau dibawah kadar air kering udara. Rendahnya nilai KA disebabkan pada pembuatan papan laminasi digunakan kempa panas yang dapat menguapkan air yang terkandung dalam kayu. Perekat PF sebagai bahan baku papan laminasi mengharuskan penggunaan kempa panas untuk pematangan perekat, karena perekat PF termasuk kelompok perekat *thermosetting*, artinya hanya akan matang dan mengeras jika dipanaskan.

Papan laminasi yang menggunakan pelapis luar BKS, cenderung memiliki nilai KA yang paling besar dibandingkan dengan papan laminasi yang menggunakan pelapis luar sengon dan meranti. Hal ini disebabkan BKS lebih bersifat higroskopis dibandingkan sengon dan meranti. Bahan baku BKS, sengon dan meranti yang digunakan sudah dikeringkan sampai kadar air kering udara ($\pm 12\%$). Pengempaan panas pada suhu 150 °C selama 15 menit pada proses pembuatan papan laminasi akan menurunkan kadar airnya. Selanjutnya pada proses pengkondisian selama ± 2 minggu, menyebabkan kayu akan menyerap air dari udara, sehingga KA akan meningkat lagi. KA papan laminasi dengan pelapis BKS akan menyerap air lebih banyak karena BKS lebih higroskopis daripada sengon atau meranti.

Balfas (1998) menjelaskan bahwa salah satu masalah dalam pemanfaatan BKS adalah sifat higroskopis yang berlebihan. Hal ini menyebabkan papan laminasi yang dihasilkan menyerap air yang sangat banyak. Bakar (2003) menambahkan bahwa KA BKS basah sangat variatif antara 100~500%. KA BKS cenderung turun dari batang bagian ukung ke bagian pangkal dan dari bagian dalam (dekat empulur) ke bagian tepi (dekat kulit). Variasi tersebut disebabkan oleh perbedaan jaringan parenkim dan pembuluh pada masing-masing bagian batang. Jaringan parenkim yang berfungsi menyimpan dan menahan air lebih banyak terdapat pada batang bagian ujung dan bagian dalam.

Kerapatan

Kerapatan menunjukkan masa per volume papan laminasi. Kerapatan papan laminasi adalah kerapatan bahan baku penyusun papan laminasi. Nilai kerapatan papan laminasi BKS yang dihasilkan adalah 0,40~0,60 g/cm³. Kerapatan tertinggi adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar meranti dan menggunakan berat labur perekat 240 g/m², yaitu sebesar 0,60 g/cm³. Kerapatan terendah adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar sengon dan menggunakan berat labur perekat 240 g/m², yaitu sebesar 0,40 g/cm³. Nilai kerapatan masing-masing papan laminasi BKS disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai kerapatan papan laminasi BKS

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kerapatan papan laminasi dengan pelapis luar meranti paling tinggi daripada papan laminasi dengan pelapis luar BKS dan sengon. Kerapatan papan laminasi dengan pelapis luar sengon paling rendah daripada papan laminasi dengan pelapis luar BKS dan pelapis luar meranti. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kerapatan bahan baku masing-masing papan laminasi. Kerapatan kayu meranti adalah kerapatan yang paling tinggi daripada kerapatan BKS dan sengon. Sebaliknya kerapatan kayu sengon adalah kerapatan yang paling rendah daripada kerapatan BKS dan meranti.

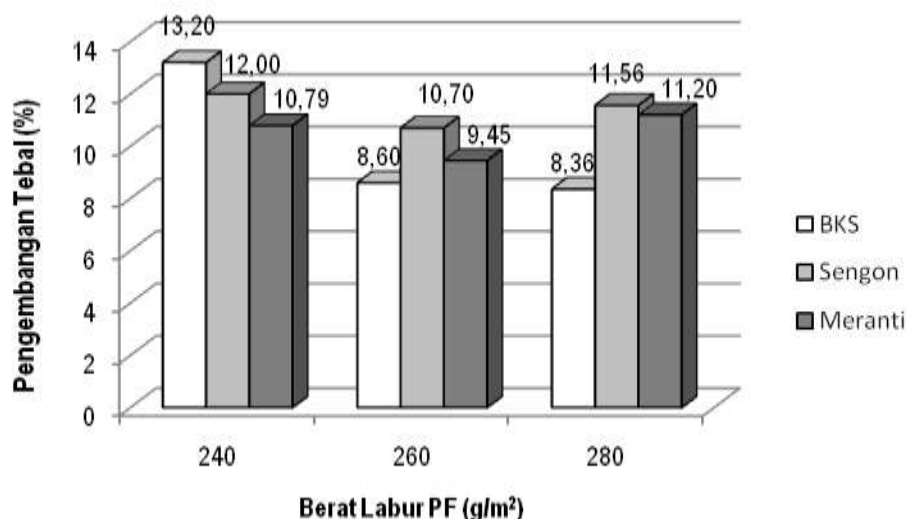
Mengacu pada standar PKKI NI-5 tahun 1961 dalam Setiawan (2011), papan laminasi BKS tersebut termasuk dalam kelas kuat III~IV dengan nilai kerapatan 0,3~0,6 g/cm³. Hal ini terkait dengan kerapatan bahan baku yang digunakan, yaitu BKS, sengon dan meranti.

Kerapatan bahan baku BKS sebesar 0,26~0,28 g/cm³, kerapatan BKS yang dipadatkan 0,35~0,40 g/cm³. Pemadatan BKS bagian dalam sebesar 50% mampu meningkatkan kerapatan BKS sekitar 0,12 g/cm³ menjadi sebesar 0,38 g/cm³, sehingga kerapatan BKS yang dipadatkan menjadi setara dengan kerapatan BKS bagian luar. Sebagai perbandingan, pada jenis BKS, Rahayu (2001) mengemukakan bahwa kerapatan BKS dari pohon kelapa sawit umur 25 tahun berkisar antara 0,11~0,40 g/cm³, sedangkan Erwinsyah (2008) memperoleh nilai kerapatan berkisar antara 0,14~0,60 g/cm³. Pada pohon kelapa sawit umur 40 tahun, Hartono *et al.*, (2011) menyatakan bahwa kerapatan BKS berkisar antara 0,23~0,74 g/cm³. Berdasarkan Oey Djoen Seng dalam PIKA (1979), BKS yang digunakan untuk pembuatan papan laminasi dengan nilai kerapatan 0,26~0,40 g/cm³, termasuk kelompok kelas kuat IV~V, sehingga tidak baik digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan. Proses pembuatan papan laminasi BKS dengan pelapisan kayu sengon dan meranti mampu meningkatkan kerapatannya, yang sebelumnya 0,26~0,28 g/cm³ menjadi 0,3~0,6 g/cm³. Selain itu juga penggunaan pelapis luar sengon dan meranti pada papan laminasi BKS mampu meningkatkan kelas kuatnya, yang sebelumnya IV~V menjadi II~IV, sehingga penggunaan kayu laminasi menjadi lebih beragam.

Kerapatan meranti mengacu pada Pandit dan Ramdan (2002) yang menyatakan bahwa rata-rata kerapatan kayu sengon adalah 0,33 g/cm³ (0,24~0,49 g/cm³). Sedangkan kerapatan meranti mengacu pada Soerianegara dan Lemmens (2002); Mandang dan Pandit (1997); Pandit dan Ramdan (2002) yang menyatakan bahwa kerapatan meranti adalah 0,30~0,86 g/cm³ (rerata 0,52 g/cm³) pada kandungan air 15%. Kerapatan meranti termasuk tinggi, karena sel-sel penyusun kayunya memiliki dinding sel yang lebih tebal dengan rongga sel yang lebih kecil. Menurut Mandang dan Pandit (1997), meranti memiliki kelas kuat III~IV dan cocok digunakan sebagai bahan baku vinir, kayu lapis, bahan bangunan daun pintu dan jendela, kayu perkapalan, peti jenazah, alat musik, perabot rumah tangga dan peti pembungkus.

Pengembangan tebal

Pengembangan tebal terkait dengan kemampuan papan laminasi menahan masuknya air ke dalam kayu. Papan laminasi BKS yang dihasilkan memiliki nilai pengembangan tebal yang bervariasi, yaitu 7,90~13,20%. Nilai pengembangan tebal tertinggi adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar BKS dan menggunakan berat labur perekat 240 g/m², yaitu sebesar 13,20%. Pengembangan tebal terendah adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar sengon dan menggunakan berat labur perekat 260 g/m², yaitu sebesar 8,60%. Nilai pengembangan tebal papan laminasi BKS disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai pengembangan tebal papan laminasi BKS

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa pengembangan tebal papan laminasi BKS dengan berat labur perekat 240 g/m² lebih tinggi daripada pengembangan tebal papan laminasi BKS dengan berat labur perekat 260 g/m² dan 280 g/m². Hal ini disebabkan berat labur perekat 240 g/m² tidak mampu menahan air yang

masuk ke dalam papan laminasi. Semakin banyak perekat PF yang digunakan, maka akan semakin menurunkan nilai pengembangan tebalnya. Menurut Syamani dkk (2008) *dalam* Putra (2009), perekat yang digunakan hanya menutupi bagian yang dilaburi perekat dan tidak menembus ke dalam serat. Pada saat papan laminasi direndam, air masih masuk ke melalui ujung-ujung serat sepanjang serat pada bidang aksial, sehingga menyebabkan pengembangan tebal yang cukup besar pada papan laminasi.

Selain itu perekat yang digunakan dalam pembuatan papan laminasi adalah perekat PF yang memiliki kualitas yang baik. Menurut Ruhendi dkk (2007) perekat PF adalah perekat yang tahan air dan kelembaban tinggi dan bersifat hidrophobik, sehingga bisa menolak air yang akan masuk ke dalam kayu.

Delaminasi

Delaminasi menunjukkan kualitas perekat yang digunakan dan kualitas ikatan perekatan pada papan laminasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai delaminasi untuk semua perlakuan adalah 0%, artinya tidak ada ikatan rekat yang rusak atau terbuka karena perendaman 6 jam dalam air selama pengujian. Hal ini disebabkan penggunaan perekat PF, yang lebih berkualitas dibandingkan perekat lain seperti UF atau perekat alami. Ruhendi dkk (2007) menyatakan bahwa perekat PF memiliki kelebihan tahan terhadap air, kelembaban dan temperatur tinggi. Achmadi (1990) menjelaskan lebih lengkap bahwa kelebihan perekat PF lainnya adalah kekentalan perekat yang cukup rendah sehingga memungkinkan penetrasi perekat ke dalam pori kayu. Pelaburan perekat dengan teknik *double spread* juga memungkinkan perekat terlabur sempurna pada dua permukaan rekat yang akan direkatkan. Prayitno (1996) menegaskan bahwa untuk mendapatkan ikatan yang baik antara perekat dengan papan, maka sebaiknya digunakan teknik pelaburan pada kedua sisi permukaan (*double spread*).

Perbedaan perlakuan jenis pelapis luar dan berat labur perekat PF tidak menyebabkan perbedaan nilai delaminasi. BKS, sengon dan meranti mampu direkat dengan ikatan rekat yang kuat menggunakan perekat PF. Begitu juga berat labur 240~280 g/m² tidak menyebabkan ikatan rekat yang lemah.

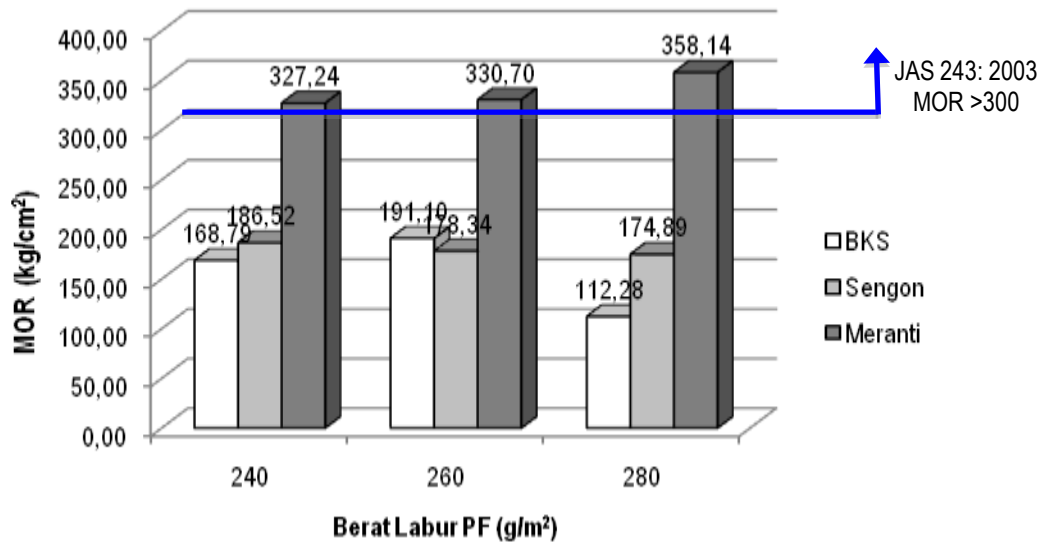
Nilai kekuatan rekat berbanding lurus dengan dengan keterbasahan perekat, dan nilai kekuatan rekat berbanding terbalik dengan sudut kontak. Sucipto dkk (2013) menjelaskan bahwa semakin besar sudut kontak yang terbentuk antara kayu dengan perekat, maka semakin rendah keterbasahan kayu tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu meranti merah dan sengon memiliki sifat keterbasahan yang paling baik dibandingkan dengan keterbasahan BKS. Kayu meranti merah dan sengon memiliki sudut kontak terkecil atau sifat keterbasahan terbaik daripada keterbasahan batang kelapa sawit (BKS), baik BKS bagian luar, BKS bagian dalam, maupun BKS yang dipadatkan 50%. Sudut kontak kayu meranti merah, sengon, BKS yang dipadatkan, BKS bagian luar, BKS bagian dalam secara berurutan adalah 83,00°, 90,11°, 98,89°, 105,44°, dan 108,78°.

Semua nilai delaminasi memenuhi standar JAS 243: 2003 yang mensyaratkan nilai delaminasi maksimal 10%. Penggunaan perekat PF sebagai bahan baku papan laminasi BKS menghasilkan nilai delaminasi yang optimal, dan papan laminasi tersebut dapat digunakan untuk penggunaan eksterior karena tahan terhadap air dan lingkungan yang lembab.

Modulus patah (MOR)

Modulus patah (MOR) menunjukkan kemampuan papan laminasi menahan beban sampai batas proporsi. Nilai MOR papan laminasi BKS yang dihasilkan adalah 174,89~358,14 kg/cm². Nilai MOR tertinggi adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar meranti dan menggunakan berat labur perekat 280 g/m², yaitu sebesar 358,14 kg/cm². MOR terendah adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar sengon dan menggunakan berat labur perekat 280 g/m², yaitu sebesar 174,89 kg/cm². Nilai MOR papan laminasi BKS disajikan pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa nilai MOR papan laminasi BKS dengan pelapis luar meranti paling tinggi daripada nilai MOR papan laminasi BKS dengan pelapis luar BKS dan sengon. Selain itu nilai MOR papan laminasi BKS dengan pelapis luar sengon paling rendah daripada nilai MOR papan laminasi BKS dengan pelapis luar BKS dan meranti. Hal ini disebabkan oleh kerapatan kayu meranti yang paling tinggi daripada kerapatan BKS dan sengon. Sebaliknya kerapatan kayu sengon adalah kerapatan yang paling rendah daripada kerapatan BKS dan meranti. Kerapatan kayu berbanding lurus dengan nilai MOR. Herawati (2008) menerangkan bahwa nilai MOR kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kerapatan atau berat jenis, mata kayu dan serat miring. PKKI NI-5 tahun 1961 *dalam* Setiawan (2011) menambahkan bahwa ada hubungan antara kerapatan, berat kayu dan kekuatan kayu, sehingga semakin berat kayu maka kerapatan dan kekuatan kayu juga semakin meningkat.



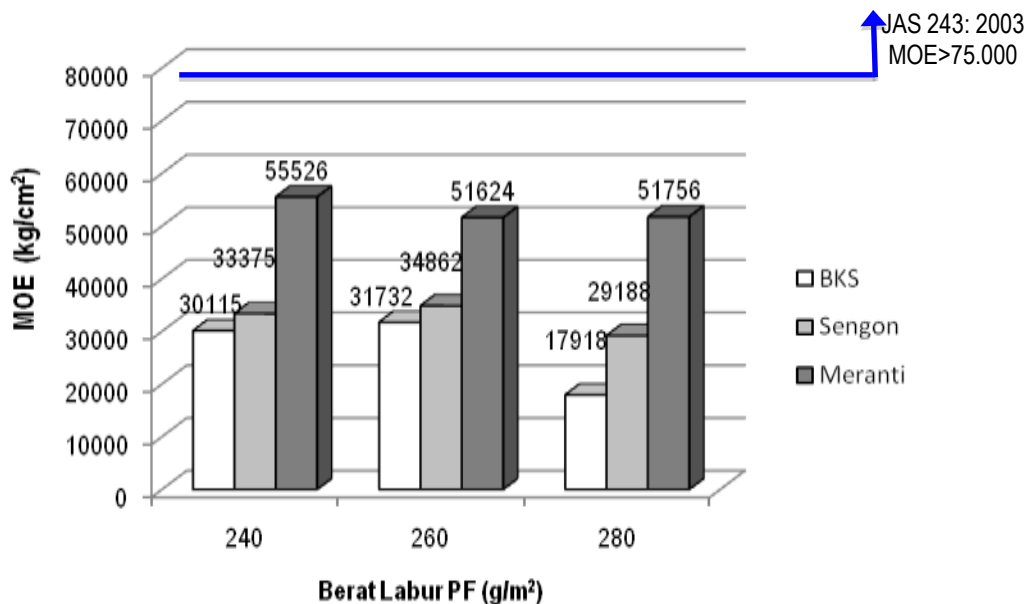
Gambar 5. Nilai modulus patah papan laminasi BKS

Kerapatan BKS yang digunakan sebagai bahan baku papan laminasi BKS adalah 0,35~0,40 g/cm³. Kerapatan meranti mangacu pada Pandit dan Ramdan (2002) yaitu 0,33 g/cm³ (0,24~0,49 g/cm³). Sedangkan kerapatan meranti mangacu pada Soerianegara dan Lemmens (2002); Mandang dan Pandit (1997); Pandit dan Ramdan (2002) yaitu 0,30~0,86 g/cm³ (rerata 0,52 g/cm³).

Berdasarkan pada JAS 243: 2003, maka nilai MOR papan laminasi BKS yang memenuhi standar adalah semua papan laminasi BKS yang menggunakan pelapis luar meranti pada semua taraf berat labur perekat dan papan laminasi BKS yang menggunakan pelapis luar BKS pada taraf berat labur 240 g/m². Empat papan laminasi BKS tersebut memiliki nilai MOR lebih dari 300 kg/cm². JAS 243: 2003 mensyaratkan nilai MOR minimal 300 kg/cm².

Modulus elastisitas (MOE)

Nilai MOE pada umumnya seiring dengan nilai MOR. Nilai MOE papan laminasi BKS disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai modulus lentur papan laminasi BKS

Modulus elastisitas papan laminasi BKS pada penelitian ini bervariasi yaitu 29.187,73~55.526,44 kg/cm². Nilai MOE tertinggi adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar meranti dan menggunakan berat labur perekat 240 g/m², yaitu sebesar 55.526,44 kg/cm². Nilai MOE terendah adalah papan laminasi BKS dengan pelapis luar sengon dan menggunakan berat labur perekat 280 g/m², yaitu sebesar 29.187,73 kg/cm².

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai MOE papan laminasi BKS dengan pelapis luar meranti lebih tinggi daripada nilai MOE papan laminasi BKS dengan pelapis BKS dan sengon. Hal ini disebabkan kerapatan meranti lebih tinggi daripada kerapatan BKS dan sengon. Umumnya kerapatan kayu berbanding lurus dengan sifat mekanisnya. Herawati (2010) menjelaskan bahwa nilai MOE lebih dipengaruhi oleh kondisi bilah penyusunnya, seperti mata kayu dan arah serat.

Tidak ada nilai MOE papan laminasi BKS yang memenuhi standar JAS 243: 2003, karena semua papan laminasi BKS memiliki nilai MOE lebih kecil dari 75.000 kg/cm². JAS 243: 2003 mensyaratkan nilai MOE minimal 75.000 kg/cm².

Rekapitulasi karakteristik sifat fisis dan mekanis papan laminasi disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 didapatkan bahwa kualitas papan laminasi BKS yang memenuhi JAS 243: 2003 adalah nilai MOR yang menggunakan pelapis meranti, serta semua nilai kadar air dan delaminasi. Semua nilai MOE papan laminasi BKS tidak memenuhi JAS 243: 2003, sedangkan nilai kerapatan, pengembangan tebal dan daya serap air tidak disyaratkan. Berdasarkan rekapitulasi karakteristik sifat fisis dan mekanis papan laminasi BKS tersebut, maka jenis pelapis luar paling optimal adalah kayu meranti dan berat labur perekat PF paling optimal adalah 240 g/m² (dalam kisaran 240~280 g/m²).

Tabel 1. Karakteristik sifat fisis dan mekanis papan laminasi BKS

Karakteristik	BKS			Sengon			Meranti			JAS 243
	240 (g/m ²)	260 (g/m ²)	280 (g/m ²)	240 (g/m ²)	260 (g/m ²)	280 (g/m ²)	240 (g/m ²)	260 (g/m ²)	280 (g/m ²)	
KA	8,48*	8,50*	8,32*	6,10*	7,27*	5,81*	6,29*	6,55*	6,24*	≤15
KR	0,44	0,40	0,32	0,40	0,41	0,44	0,60	0,57	0,59	-
PT	13,20	12,00	10,79	12,00	10,70	11,56	10,79	9,45	11,20	-
DL	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	<10
MOR	168,79	191,10	112,28	186,52	178,34	174,89	327,24*	330,70*	358,14*	>300
MOE	30115	31732	17918	33.375	34.862	29.188	55.526	51.624	51.756	>75.000

Keterangan:

KA= kadar air (%); KR= kerapatan (g/cm³); PT= pengembangan tebal (%); DL= delaminasi (%); MOR= modulus patah (kg/cm²); MOE= modulus elastisitas (kg/cm²)

* = nilai yang memenuhi standar JAS 243: 2003

KESIMPULAN

- Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas papan laminasi BKS yang dihasilkan adalah: kadar air sebesar 5,81~8,55%; kerapatan 0,40~0,60 g/cm³; pengembangan tebal 7,90~13,20%; delaminasi 0%; modulus patah (MOR) 174,89~358,14 kg/cm³ dan modulus lentur (MOE) 29.187,73~55.526,44 kg/cm³. Kualitas papan laminasi BKS tersebut memenuhi JAS 243: 2003 pada karakteristik MOR yang menggunakan pelapis meranti, serta semua karakteristik kadar air dan delaminasi. Semua karakteristik MOE tidak memenuhi JAS 243: 2003, sedangkan karakteristik kerapatan, pengembangan tebal dan daya serap air tidak disyaratkan.
- Pada pembuatan papan laminasi BKS ini, jenis pelapis luar paling optimal adalah kayu meranti dan berat labur perekat PF paling optimal adalah 240 g/m².

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, SS. 1990. Kimia Kayu. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. IPB Press. Bogor.
- Bakar, ES. 2003. Kayu sebagai substitusi kayu dari hutan alam. Forum Komunikasi Teknologi dan Industri Kayu 2 (1) 2003. Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Bakar, ES, O Rachman, W Darmawan dan I Hidayat. 1999. Pemanfaatan batang kelapa sawit sebagai bahan bangunan dan furniture (II): sifat mekanis kayu kelapa sawit. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB XII (1).
- Balfas, J. 1998. Sifat dasar kayu sawit. Prosiding. Diskusi nasional hutan rawa dan ekspose hasil penelitian di Sumatera Utara. 18~19 September 1998. Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli. Medan.
- Dirjen Perkebunan Kementerian Pertanian. 2012. Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2010~2012. Kementan RI. Jakarta.
- Erwinsyah. 2008. Improvement of Oil Palm Wood Properties Using Bioresin. Dissertation Institut für Forstnutzung und Forsttechnik.Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften. Technische Universität Dresden. Germany.
- Rahayu, IS. 2001. Sifat Dasar Vascular Bundle dan Paranchyma BKS (*Elaeis guineensis* Jacq.) dalam Kaitannya dengan Sifat Fisis, Mekanis serta Keawetan. Tesis Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan, Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Hartono, R, I. Wahyudi, F. Febrianto, W. Dwianto. 2011. Pengukuran Tingkat Pemadatan Maksimum Batang Kelapa Sawit. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis. Vol 9. No.1.
- Herawati, E. 2008. Karakteristik glulam dari kayu berdiameter kecil. Tesis Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Herawati, E. 2010. Performance of glued-laminated beams made from small diameter fast-growing tree species. Biological Science 1 (1).
- [JAS] Japanese Agricultural Standard. 2003. JAS for glued laminated timber. PT Mutuagung Lestari. Bogor.
- Mandang, YI dan IKN. Pandit. 2002. Pedoman Identifikasi Kayu di Lapangan. Cetakan ke-2. Yayasan Prosea dan Pusat Diklat Pegawai dan SDM Kehutanan. Bogor.
- [PIKA] Pendidikan Industri Kayu Atas. 1979. Mengenal sifat-sifat kayu Indonesia dan Penggunaanya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Pandit, IKN dan H. Ramdan. 2002. Anatomi Kayu. Pengantar Sifat Kayu sebagai Bahan Baku. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Pizzi, A. 1983. Wood adhesive: chemistry and technology. British Polymer Journal. New York.
- Prayitno, TA. 1996. Perekatan kayu. Fakultas KEhutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Putra, RS. 2009. Karakteristik produk komposit dari vascular bundle limbah batang kelapa sawit. Skripsi Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Ruhendi, S, DN Koroh, FA Syamani, H Yanti, Nurhaida, S Saad, T Sucipto.2007. Analisis Perekatan Kayu. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Serrano, E. 2003. Mechanical performance and modeling of glulam dalam Timber engineering. Thelandesson S, Larsen HJ, editors.Jhon Willy & Sons. New York.
- Setiawan, DB. 20110 Modulus of rupture balok laminasi kayu bangkirai. Jurnal Teknik Sipil. Politeknik Negeri Semarang. Semarang.
- Soerianegara, I dan RHMJ.Lemmens (eds.). 2002. Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 5(1): Pohon Penghasil Kayu Perdagangan yang Utama. Prosea-Balai Pustaka. Jakarta.
- Sucipto, T, R Hartono dan W Dwianto. 2013. Keterbasahan Batang Kelapa Sawit, Kayu Meranti Merah dan Kayu Sengonsebagai Bahan Baku Balok Laminasi Prosiding Seminar Nasional Mapeki XVI di Balikpapan, 6~8 November 2013.

PULP PELEPAH SAWIT TER-ASETILASI DALAM KOMPOSIT HIBRID POLIPROPILENA DAN POLI ASAM LAKTAT

Firda Aulya Syamani^{1*}, Subyakto¹, Sukardi², Ani Suryani²

¹Pusat Penelitian Biomaterial, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Jl. Raya Bogor Km 46, Jawa Barat, 16911, INDONESIA

²Department Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Jl. Raya Darmaga Kampus IPB Darmaga Bogor, Jawa Barat, 16680, INDONESIA

*Corresponding author : firda.syamani@biomaterial.lipi.go.id

ABSTRAK

Dispersi serat pulp dalam matriks polipropilena (PP) atau poli asam laktat (PLA) terhambat dengan adanya perbedaan polaritas antara pulp dan PP atau PLA, di mana pulp bersifat hidrofilik sedangkan PP atau PLA bersifat hidrofobik. Oleh karena itu, pulp perlu dimodifikasi secara kimia agar memiliki polaritas yang mendekati polaritas PP atau PLA. Modifikasi pulp dilakukan menggunakan anhidrida asetat. Pulp termodifikasi anhidrida asetat digunakan sebagai pengisi dalam matriks polipropilena dan poli asam laktat untuk pembuatan komposit. Jumlah pulp termodifikasi yang dipergunakan adalah sebanyak 10% dari berat total komposit. Pembuatan komposit menggunakan *rheomix* dan kempa panas. Performa komposit dianalisis dengan menguji sifat mekanisnya.

Kata kunci: pulp pelepah sawit, modifikasi dengan anhidrida asetat, komposit hibrid pulp-polipropilena dan poli asam laktat, sifat mekanis komposit.

PENDAHULUAN

Produk komposit dengan matriks polimer merupakan produk komposit yang paling berkembang (Taj *et al.*, 2007), dan polipropilena merupakan matriks polimer yang paling luas penggunaannya dalam produk komposit. Sejalan dengan kenyataan bahwa polipropilena adalah jenis plastik yang paling banyak diproduksi (PlasticsEurope.org., 2013). Secara umum polipropilena memiliki sifat mekanis yang baik dengan massa jenis yang rendah (sekitar 0,9), tahan panas dan kelembaban, serta memiliki kestabilan dimensi yang baik. Homopolimer polipropilena mempunyai sifat kaku bahkan pada suhu tinggi dengan temperatur transisi gelas 0°C, sehingga bersifat getas pada suhu rendah (PT TriPolyta, 2014). Namun ada beberapa kelemahan polipropilena. Bahan baku pembuatan polipropilena berasal dari minyak bumi yang ketersediaannya di alam tidak dapat diperbaharui. Selain itu, pada akhir masa penggunaannya, polipropilena tidak dapat terurai oleh mikroorganisme secara alami. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan plastik berbahan dasar hayati, misalnya poli asam laktat (PLA).

Bahan baku pembuatan PLA diantaranya pati jagung, kentang, singkong yang difermentasi untuk menghasilkan asam laktat. PLA dapat diuraikan oleh mikroorganisme dalam waktu yang tidak terlalu lama dan tidak menimbulkan zat yang beracun (Noezar *et al.*, 2008). Dibandingkan dengan bioplastik lain, PLA memiliki sifat jernih, kuat, dan mudah diproses (Li dan Huneault, 2007), sehingga bidang pemanfaatannya cukup luas, diantaranya untuk tekstil, kemasan makanan, film dan produk interior otomotif (Harris dan Lee, 2014). Namun kelemahan dari PLA adalah getas, ketahanan panas rendah, dan laju kristalisasi rendah. Untuk mengatasi sifat PLA yang getas, telah dilakukan pencampuran antara PLA dan polipropilena (Zang *et al.* 2010, Bijarimi *et al.* 2012, Reddy *et al.* 2013).

Polipropilena maupun PLA umum digunakan sebagai matrik dalam produk komposit, dengan pengisi serat sintetis maupun serat alam. Terkait dengan permasalahan lingkungan, serat alam menjadi pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan serat sintetis. Selain itu menurut Bogoeva-Gaceva *et al.* (2007) sifat mekanis spesifik dari serat alam tertentu (serat flax; 1.60 GPa/g.cm³) sebanding dari serat sintetis (E-glass: 1.35 GPa/g.cm³; karbon standar: 1.71 GPa/g.cm³). Sifat mekanis serat alam tumbuhan dipengaruhi oleh selulosa dalam dinding sel serat alam tumbuhan. Permasalahan dalam memanfaatkan serat selulosa dalam komposit

polipropilena maupun poli asam laktat adalah perbedaan polaritas. Selulosa bersifat hidrofilik sedangkan PP atau PLA bersifat hidrofobik. Oleh karena itu, selulosa perlu dimodifikasi secara kimia agar memiliki polaritas yang mendekati polaritas PP atau PLA. Metode modifikasi selulosa cukup beragam, di antaranya menggunakan anhidrida asetat (asetilasi). Asetilasi bertujuan untuk menggantikan gugus hidroksil dalam rantai selulosa dengan gugus asetil sehingga selulosa bersifat lebih hidrofobik (Khalil *et al.*, 2001).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan pulp pelepah sawit yang dimodifikasi secara asetilasi dalam komposit dengan matriks campuran polipropilena dan poli asam laktat. Pulp pelepah sawit termodifikasi dikarakterisasi morfologi dan gugus fungsinya. Sedangkan sifat mekanis komposit dari pulp termodifikasi dianalisis dengan *universal testing machine*.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam tahap preparasi sampel adalah *ring flaker*, *digester*, *waterbath*, *stirrer*, pompa vakum, *overhead stirrer*, *rheomix* dan kempa panas. Karakterisasi gugus fungsi sampel menggunakan Fourier Transform Infra Red (FTIR), sedangkan pengujian sifat mekanis sampel menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM).

Bahan yang digunakan adalah pelepah kelapa sawit yang diperoleh dari perkebunan kelapa sawit di daerah Jawa Barat. Bahan kimia untuk pulping dan pemutihan adalah akuades, sodium hidroksida teknis dan hidrogen peroksida teknis (50%). Sedangkan bahan kimia untuk modifikasi adalah asam asetat, asetat anhidrida, asam sulfat. Matrik komposit menggunakan poli asam laktat semi kristalin LACEA H-400 dan poli propilena homopolimer dari PT Tripolyta.

Proses Pembuatan Pulp dan Pemutihan

Pelepah sawit diproses menggunakan *ring flaker* kemudian di saring sehingga menghasilkan serat dengan panjang sekitar 2 cm. Serat dikeringkan sehingga kadar airnya menjadi 11%. Sebanyak 500 g serat pelepah sawit di masukkan ke dalam *digester*. Proses pembuatan pulp soda dilakukan pada tingkat alkali aktif sebesar 44,78%, rasio antara bahan dan larutan pemasak sebesar 1:8. Proses pembuatan pulp dilakukan selama 2 jam 46 menit pada suhu 176 °C. Pada akhir proses pembuatan pulp setelah tekanan *digester* turun menjadi nol, pulp di dikeluarkan dari *digester* dan dicuci dengan air dengan pembilasan beberapa kali hingga netral.

Proses pemutihan pulp dilakukan menggunakan hidrogen peroksida teknis. Sebanyak 20 g pulp (basis kering) di tambahkan 300 mL air distilata dan 8 mL hidrogen peroksida teknis, dalam erlenmeyer 500 mL, kemudian dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 80°C. setelah 1 jam, tanpa menunggu dingin, langsung ditambahkan lagi 8 mL hidrogen peroksida. Proses penambahan hidrogen peroksida dilakukan sampai 3 kali. Setelah proses pemutihan selesai, pulp dicuci dengan air mengalir.

Proses Modifikasi Pulp Terputihkan Pelepah Sawit dengan Asetat Anhidrida

Sebanyak 6 g (basis kering) pulp terputihkan ditambahkan dengan 100 mL asam asetat glasial dan 100 mL asetat anhidrida, kemudian dipanaskan. Setelah suhu mencapai 60°C, ditambahkan H₂SO₄ 95%, sebanyak 2 mL. Reaksi asetilasi dilakukan selama 2 jam, dan pada akhir reaksi ditambahkan 400 mL akuades sedikit demi sedikit dan didiamkan semalaman. Pulp ter-asetilasi diperoleh dengan menyaring sampel dan dibilas dengan etanol.

Karakterisasi Gugus Fungsi pada Pulp Ter-asetilasi

ABB FT IR MB3000 dan Bruker digunakan untuk menganalisa struktur kimia dari pulp ter-asetilasi. Analisa FTIR dilakukan dengan teknik KBr. Kepingan sampel dibuat dengan mencampurkan 2 mg sample dan 200 mg KBr menggunakan *vibratory ball mixer* selama 20 detik dan ditekan 80 kN.cm⁻² selama 3 menit, sehingga membentuk kepingan dengan diameter 13 mm dan tebal 0,5 cm. Analisa dilakukan pada rentang bilangan gelombang 400 cm⁻¹ sampai 4000 cm⁻¹ dengan resolusi 4 cm⁻¹.

Karakterisasi Morfologi Pulp and Ter-asetilasi dengan Scanning Electron Microscopy

Pulp ter-asetilasi dianalisa morfologinya menggunakan scanning electron microscope/energy dispersive X-Ray analysis (SEM/EDX) JEOL JSM-6510, yang dioperasikan pada tegangan 10 kV. Sebelum pengujian, sampel dilapisi dengan emas menggunakan *vacuum sputter-coater* untuk meningkatkan konduktivitas sampel dan meningkatkan kualitas gambar SEM yang dihasilkan.

Proses Pembuatan Komposit PP-PLA-Pulp Terasetilasi

PLA H-400 semi kristalin sebanyak 27 g dilarutkan dalam 200 mL diklorometan teknis selama 3 jam. Selanjutnya ditambahkan 6 g pulp ter-asetilasi perlahan-lahan, sambil diaduk dengan *overhead stirrer* pada kecepatan 700 rpm selama 10 menit.. Campuran PLA dan selulosa kemudian dituangkan ke dalam nampan yang dilapisi teflon, lalu dikeringkan selama semalaman dalam suhu ruang, dilanjutkan dengan pengeringan oven pada suhu 50°C selama 24 jam, sehingga membentuk lembaran PLA/pulp ter-asetilasi.

Pembuatan komposit menggunakan *rheomix* diawali dengan melelehkan 24.75 g polipropilena selama 5 menit pada suhu 175 °C dan putaran 60 rpm. Kemudian dimasukkan campuran PLA dan pulp ter-asetilasi sebanyak 30.25 g dan pencampuran dilanjutkan selama 3 menit. Kompon yang dihasilkan digiling dengan disk mill sebelum di kempa panas. Proses pengempaan dilakukan pada suhu 190°C menjadi lembaran komposit. Tahap pengempaan meliputi: pra-pemanasan selama 4 menit, tahap pengempaan selama 3 menit pada tekanan 0,5 MPa. Dan didinginkan pada suhu ruang selama 8 menit sebelum cetakan dibuka. Komposit PP/PLA/ pulp ter-asetilasi kemudian diuji sifat mekanisnya.

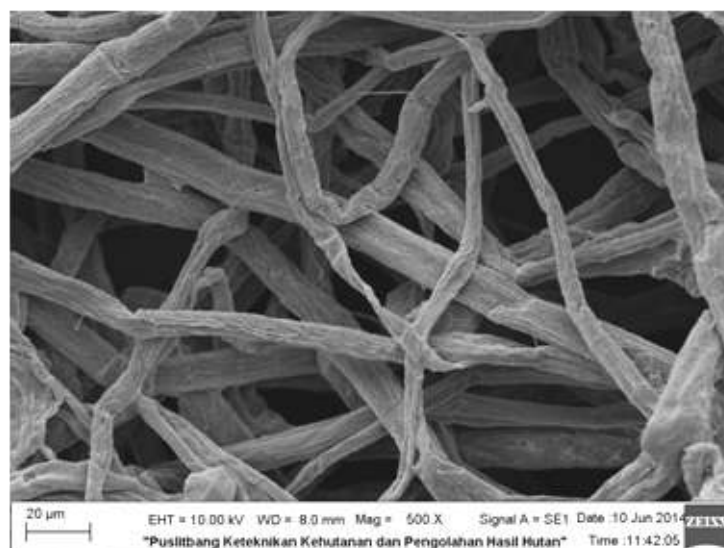
Pengujian Sifat Mekanis Komposit

Pengujian sifat mekanis meliputi kuat tarik (*tensile strength*) dan modulus tarik (*tensile modulus*) berdasarkan ASTM D-638. Pengujian menggunakan *universal testing machine* (UTM) Shimadzu, dengan kecepatan tekan (*load cell*) 5 mm/min dan jarak antara grip 25 mm.

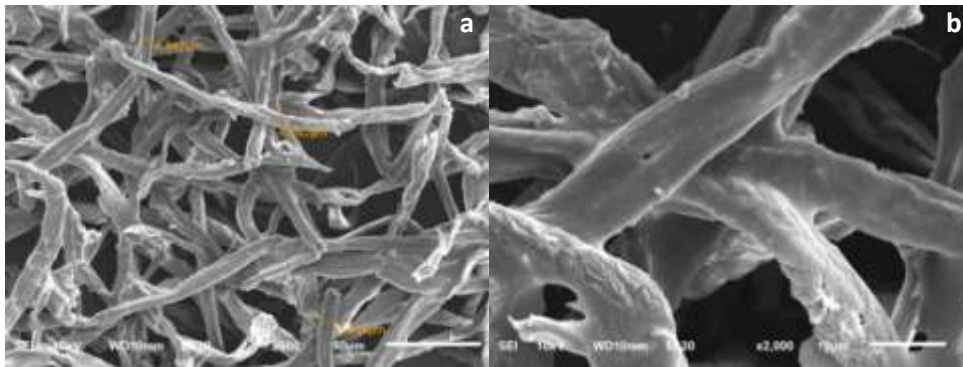
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Morfologi Pulp Ter-asetilasi

Mikrogram scanning electron yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2, memperlihatkan bahwa tidak tampak perbedaan yang nyata antara morfologi pulp pelepah sawit ter-putihkan dengan pulp pelepah sawit ter-asetilasi tanpa katalis asam sulfat. Diameter serat pulp pelepah ter-putihkan yang diamati berkisar antara 4,47 μm sampai 12,89 μm . Sedangkan diameter serat pulp pelepah ter-asetilasi berkisar antara 6,46 μm sampai 8,44 μm , terlihat lebih seragam.



Gambar 1. Scanning elektron mikrogram pulp terputihkan dengan pembesaran 500x.

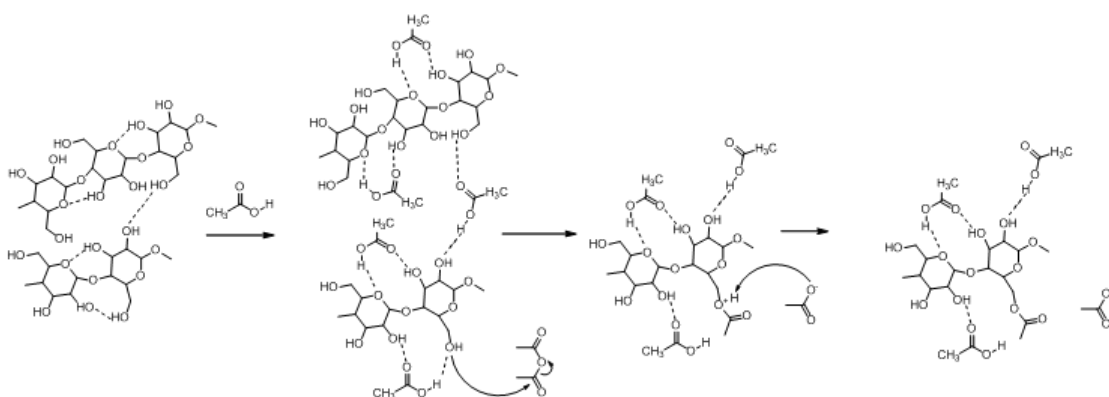


Gambar 2. Scanning elektron mikrogram pulp terputihkan ter-asetilasi tanpa katalis dengan pembesaran 500x (a), dengan pembesaran 2000x (b).

Permukaan serat pulp pelepah ter-putihkan (Gambar 1) terlihat lebih halus dibandingkan permukaan serat pulp pelepah ter-asetilasi (Gambar 2a dan 2b). Permukaan serat pulp ter-asetilasi tampak kasar dan mulai terlihat lubang-lubang berukuran kecil yang menunjukkan terjadinya degradasi atau erosi lapisan terluar serat. Asam asetat bereaksi dengan selulosa dan menyebabkan struktur selulosa mengembang. Kemudian asetat anhidrida sebagai agen asetilasi menyerang serat pada bagian tertentu sehingga degradasi pada permukaan serat tampak sebagai lubang-lubang kecil. Bagian yang pertama kali diserang oleh asetat anhidrida adalah bagian amorf dari selulosa yang memiliki struktur yang tidak teratur sehingga lebih mudah diserang.

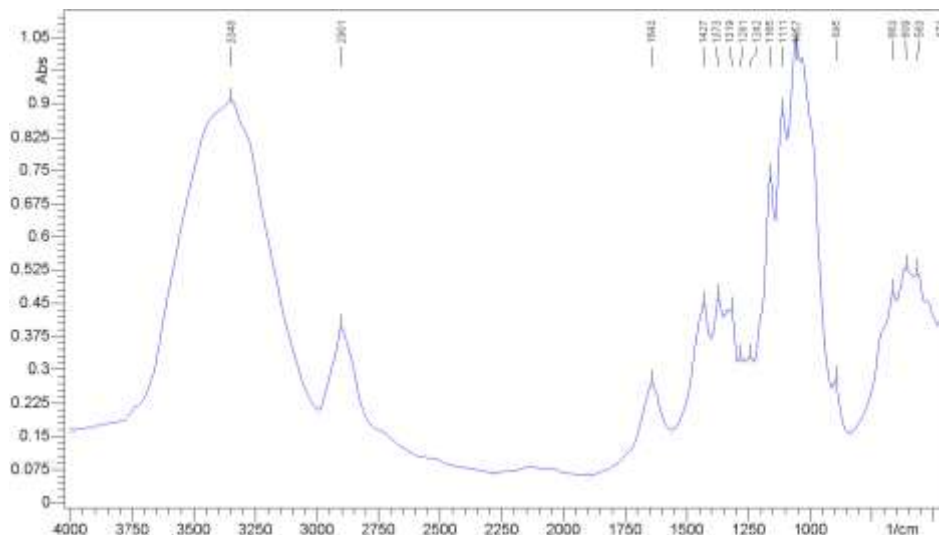
Karakterisasi Gugus Fungsi Pulp Ter-modifikasi

Reaksi asetilasi dilakukan menggunakan asetat anhidrida sebagai pereaksi asetilasi dalam asam asetat glasial. Asam asetat glasial berfungsi untuk meng-aktivasi selulosa atau menggembungkan struktur selulosa dengan cara mengurangi kekuatan ikatan hidrogen intramolekul di dalam monomer selulosa. Struktur selulosa yang menggembung dapat mempercepat terjadinya difusi asetat anhidrida. Reaksi esterifikasi yang terjadi berupa penggantian satu, dua atau tiga gugus hidroksil dari unit selulosa dengan gugus asetil dari asam anhidrida. Selama berlangsungnya reaksi, terbentuk ikatan-ikatan hidrogen baru antara gugus hidroksil asam asetat dan gugus hidroksil selulosa. Reaksi penggembungan selulosa dan asetilasi selulosa ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Reaksi penggembungan dan asetilasi selulosa

Fourier transform infrared spektroskop (FT-IR) merupakan alat analisa yang baik untuk mendeteksi gugus fungsional berdasarkan vibrasi molekul dari suatu sampel. Keberhasilan reaksi asetilasi terlihat dari perbedaan antara spektra FTIR pulp pelepah ter-putihkan (Gambar 4) dengan pulp pelepah ter-asetilasi dengan katalis atau tanpa katalis (Gambar 5).



Gambar 4. Spektrum FTIR Pulp Terputihkan dari Pelepah Sawit

Pada spektra FTIR pulp pelepah terputihkan, puncak utama muncul pada bilangan gelombang 3348 cm^{-1} , 1165 cm^{-1} , 1111 cm^{-1} dan 1057 cm^{-1} . Serapan pada bilangan gelombang 3348 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur gugus OH yang kuat pada ikatan intramolekular selulosa. Fan *et al.* (2012) menyatakan bahwa serapan pada bilangan gelombang $3340 - 3375\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan ikatan $\text{O}(3)\text{H}-\text{O}(5)$ pada selulosa I.

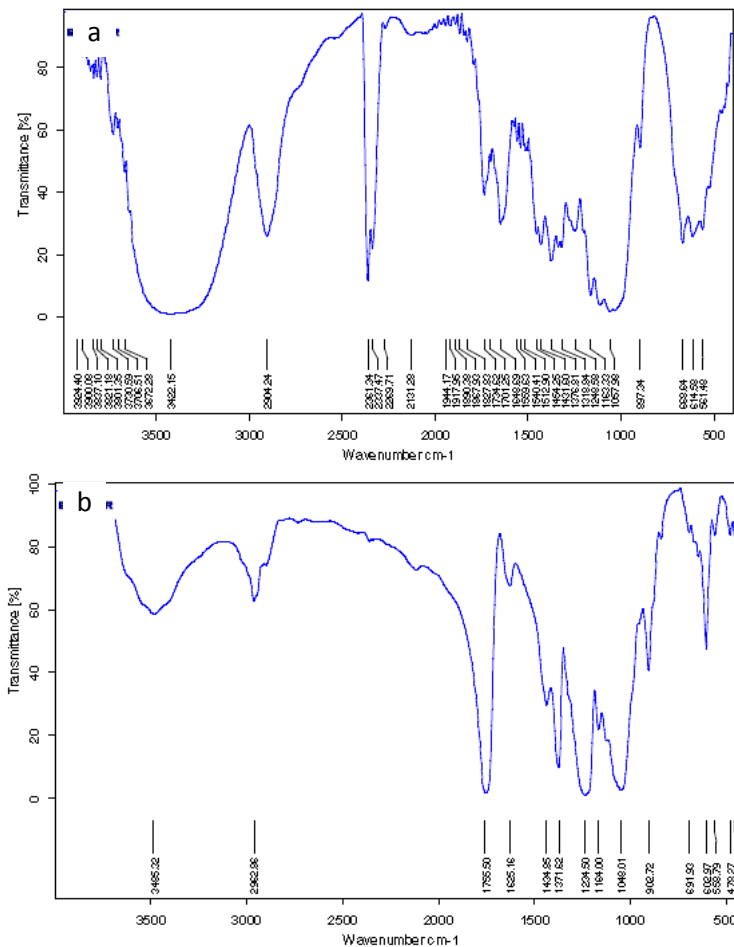
Serapan pada bilangan gelombang 1165 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur asimetris C-O-C pada selulosa. Lionetto *et al.* (2012) menyatakan bahwa serapan pada bilangan gelombang 1163 cm^{-1} menunjukkan gugus COC pada selulosa dari kayu pinus. Kemudian Popescu *et al.* (2012) menyatakan bahwa puncak pada 1166 cm^{-1} merupakan serapan vibrasi ulur asimetris COC dari pulp kraft campuran kayu spruce dan pinus.

Serapan pada bilangan gelombang 1111 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur dari C-OH. Popescu *et al.* (2012) menyatakan bahwa puncak pada 1114 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur C-OH dari pulp kraft campuran kayu spruce dan pinus. Sesuai dengan pernyataan Adapa *et al.* (2009) bahwa serapan pada bilangan gelombang 1114 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur C-OH dari selulosa murni.

Serapan pada bilangan gelombang 1057 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur gugus CO dari ikatan $\text{C}(3)-\text{O}(3)\text{H}$ pada ikatan intramolekular selulosa. Vibrasi ulur gugus CO dari selulosa pulp kraft campuran kayu spruce dan pinus muncul pada bilangan gelombang 1060 cm^{-1} dan 1030 cm^{-1} (Popescu *et al.*, 2012).

Gugus OH pada pulp pelepah ter-putihkan juga ditunjukkan bilangan gelombang 1643 cm^{-1} (vibrasi tekuk gugus OH pada molekul air). Adanya puncak serapan pada bilangan gelombang 1643 cm^{-1} menunjukkan bahwa sampel pulp pelepah yang dianalisa masih mengandung air.

Derajat kristalinitas selulosa I dapat dihitung dari perbandingan luas area di bawah kurva pada puncak bilangan gelombang 1429 cm^{-1} dan 897 cm^{-1} (Nelson dan O'Connor 1964). Pada pulp pelepah terputihkan, serapan pada bilangan gelombang 1427 cm^{-1} menunjukkan vibrasi tekuk ikatan CH_2 dalam selulosa. Sedangkan serapan pada bilangan gelombang 895 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur C-O-C pada ikatan glikosidik antara unit monomer dalam selulosa. Perbandingan luas area di bawah kurva 1427 cm^{-1} dan jumlah luas area dibawah kurva 1427 cm^{-1} dan 895 cm^{-1} adalah 68,32%.



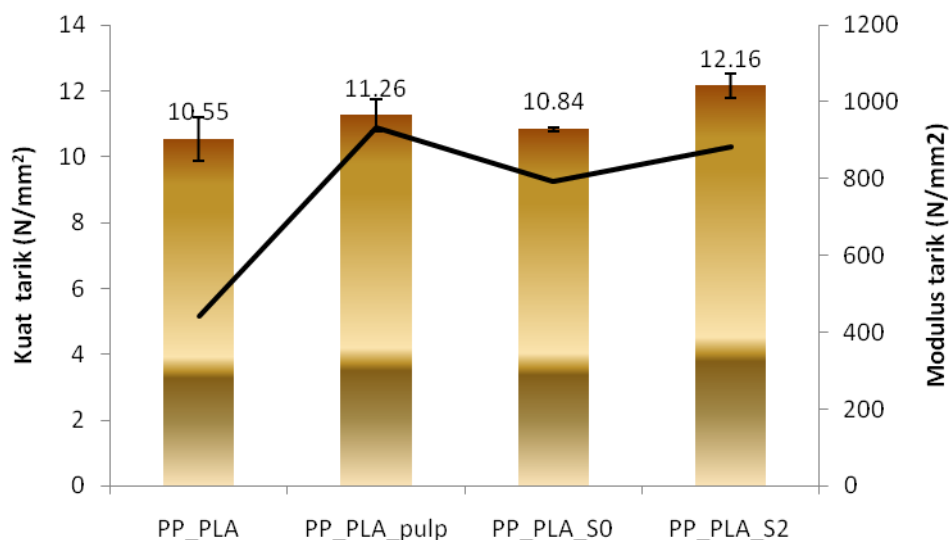
Gambar 5. Spektrum FTIR Pulp Ter-asetilasi: (a) tanpa katalis asam sulfat, (b) dengan katalis asam sulfat (2 ml)

Spektra FTIR dari pulp pelepah ter-asetilasi tanpa dan dengan katalis asam sulfat disajikan pada Gambar 4. Pada spektra FTIR dari pulp pelepah ter-asetilasi tanpa katalis, serapan pada bilangan gelombang 3422 cm^{-1} muncul dengan intensitas tinggi. Sedangkan pada spektra FTIR dari pulp pelepah ter-asetilasi dengan katalis asam sulfat serapan tersebut bergeser ke bilangan gelombang 3485 cm^{-1} dengan intensitas yang jauh berkurang. Seperti telah disebutkan sebelumnya, serapan pada bilangan gelombang 3340 – 3375 cm^{-1} menunjukkan gugus OH pada ikatan O(3)H-O(5) pada selulosa I (Fan *et al.* 2012).

Efektivitas asetilasi dengan penambahan katalis asam sulfat jelas terlihat dengan munculnya serapan pada bilangan gelombang 1755 cm^{-1} (vibrasi ulur gugus karbonil C=O), 1234 cm^{-1} (vibrasi ulur gugus C-O) dan 1048 cm^{-1} (vibrasi ulur gugus C-O) yang menunjukkan vibrasi gugus asetil.

Kuat Tarik dan Modulus Tarik Komposit PP/PLA/ Pulp Ter-asetilasi

Kuat tarik dan modulus tarik komposit hibrid PP/PLA dengan pengisi pulp pelepah sawit ter-asetilasi disajikan pada Gambar 7. Pulp pelepah ter-asetilasi yang diperoleh dari reaksi asetilasi dengan katalis asam sulfat menghasilkan komposit hibrid PP/PLA dengan nilai kuat tarik dan modulus tarik yang lebih baik dibandingkan dengan pulp pelepah ter-asetilasi dari reaksi asetilasi tanpa katalis. Kuat tarik komposit PP/PLA/pulp ter-asetilasi dengan katalis sebesar 12.16 N/mm^2 , dengan peningkatan berturut-turut sebesar 15.26%, 7.99% dan 12.18% jika dibandingkan dengan matriks PP/PLA, komposit PP/PLA/Pulp tanpa asetilasi dan komposit PP/PLA/Pulp ter-asetilasi tanpa katalis. Gugus hidroksil dalam pulp pelepah ter-asetilasi sudah digantikan dengan gugus asetil sehingga sifat hidrofobitas pulp meningkat dan dapat berinteraksi lebih baik dengan matriks PP/PLA yang bersifat hidrofobik.



Gambar 7. Kekuatan tarik PP, PP/PLA, PP/PLA/Pulp ter-asetilasi tanpa katalis asam sulfat atau dengan katalis asam sulfat

Modulus tarik matriks PP/PLA sebesar 442 N/mm². Penambahan pulp pelepah tanpa asetilasi, asetilasi tanpa katalis maupun asetilasi dengan katalis dapat meningkatkan modulus tarik komposit, berturut-turut sebesar 932 N/mm², 792 N/mm² dan 885 N/mm² atau sebesar 110.86%, 79.19%, 100.23%. Modulus tarik komposit PP/PLA/pulp tanpa asetilasi lebih tinggi dibandingkan dengan modulus tarik komposit PP/PLA/pulp ter-asetilasi. Hal tersebut dipengaruhi oleh morfologi pulp tanpa asetilasi lebih halus dari pulp ter-asetilasi. Morfologi pulp ter-asetilasi tampak lebih kasar dan terlihat lubang-lubang berukuran kecil yang menunjukkan degradasi atau erosi pada lapisan terluar serat ter-asetilasi.

KESIMPULAN

Reaksi asetilasi pulp pelepah lebih efektif dengan penambahan katalis asam sulfat, sehingga pulp ter-asetilasi bersifat lebih hidrofovik dibandingkan dengan pulp pelepah ter-asetilasi tanpa katalis. Pulp pelepah ter-asetilasi dapat memperbaiki sifat kuat tarik komposit hibrid PP/PLA. Namun nilai modulus tarik komposit PP/PLA/pulp ter-asetilasi tidak lebih baik dari nilai modulus tarik komposit PP/PLA/pulp tanpa asetilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adapa, PK., Karunakaran C, Tabil LG, Schoenau G. 2009. Qualitative and Quantitative analysis of lignocellulosic biomass using infrared spectroscopy. Presented in CSBE (the Canadian Society for Bio-Engineering) Annual Conference, 12-15 July 2009. Tersedia pada: www.csbe-scgab.ca/docs/meetings/2009/CSBE09307.pdf
- Bijarimi M., Ahmad S, Rasid R. 2012. Mechanical, thermal and morphological properties of PLA/PP melt blends. Disajikan pada International Conference on Agricultural, Chemical and Enviromental Sciences (ICACES2012), Oktober 6-7, 2012, Dubai, UAE.
- Bogoeva-Gaceva G, Avella M, Malinconico M, Buzarovska A, Grozdanov A, Gentile G, Errico ME. 2007. Natural Fiber Eco-Composites. *Polymer Composites* 28:98-107.
- Fan M., Dai D, Huang Biao. 2012. Fourier transform infrared spectroscopy for natural fibres. *Fourier Transform – Material Analysis*, Dr. Salih Salih (Ed.). ISBN:978-953-51-0594-7, In Tech. Tersedia pada: <http://www.interchopen.com/books/fourier-transforms-materials-analysis/fourier-transforms-infrared-spectroscopy-for-natural-fibres>.
- Harris, AM., Lee EC. 2006. Injection molded Polylactide (PLA) Composites for Automotives Applications. *Proceedings of the society of polymer engineers' automotive composites conference*. [diunduh 2013 Mei 03]. Tersedia pada: http://speautomotive.com/SPEA_CD/SPEA2006/PDF/c/c1.pdf.
- Khalil, HPSA., Ismail H, Rozman HD, Ahmad MN. 2001. The effect of acetylation on interfacial shear strength between plant fibers and various matrices. *European Polymer Journal* 37:1037-1045.

- Li, H., Huneault MA. 2007. Effect of nucleation and plasticization on the crystallization of poly (lactic acid), *Polymer* 48:6855-6866.
- Lionetto, F., Del Sole R, Cannoletta D, Vassapollo G, Maffezzoli A. 2012. Monitoring wood degradation during weathering by cellulose crystallinity. *Materials* 5:1910-1922. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.3390/ma5101910>.
- Liu, CF., Sun RC, Qin MH, Zhang AP, Ren JL, Xu F, Ye J, Wu SB. 2007. Chemical modification of ultrasound-pretreated sugarcane bagasse with maleic anhydride. *Industrial Crops and Products* 26 (2007) 212–219.
- Nelson, ML., O'Connor RT. 1964. Relation of certain infrared bonds to cellulose crystallinity and crystal lattice type. Part II. a new infrared ratio for estimation of crystallinity in cellulose I and II. *Journal of Applied Polymer Science* 8:1325-1341.
- Noezar I., Praptowidodo VS, Nugraheni R, Nasution MH. 2008. Biodegradable Polymer dari Asam Laktat. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol 6(2):626-633.
- PlasticsEurope. 2013. *Plastics – the Facts 2013; An analysis of European latest plastics production, demand and waste data.* [diunduh 2014 Nov 25]. Tersedia pada: <http://www.plasticseurope.org/Document/plastics-the-facts-2013.aspx?Page=DOCUMENT&FoIID=2>.
- Popescu, CM., Larsson PT, Olaru N, Vasile C. 2012. Spectroscopic study of acetylated kraft pulp fibers. *Carbohydrate Polymers* 88:530-536.
- PT Tri Polyta. 2014. *Catatan 2; Pengetahuan Dasar Polipropilena.* [diunduh 2014 Nov 25]. Tersedia pada: <http://www.tripolyta.com/UserFiles/200912140808370.BukuSaku-Catatan2-Pengetahuan%20Dasar%20Polipropilena.pdf>.
- Reddy, JP., Misra M, Mohanty A. 2013. Injection moulded bicomposites from oat hull and polypropylene/polylactide blend: fabrication and performance evaluation. *Advanced in Mechanical Engineering Volume 2013*. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/761840>.
- Taj S., Munawar MA, Khan S. 2007. Natural Fiber-Reinforced Polymer. *Proc. Pakistan Acad. Sci.*, 44(2):129-144.
- Zang, YC., Wu HY, Q YP. 2010. Morphology and properties of hybrid composites based on polypropylene/polylactic acid blends and bamboo fiber. *Bioresources Technology* 101:7944-7950.

PENGARUH SUBSTITUSI ARANG TEMPURUNG KELAPA, SERAT SABUT KELAPA DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK KOMPOSIT UNTUK PENGGUNAAN BLOK REM KERETA API

Ismadi¹, Ismail Budiman¹, Subyakto¹, Sasa Sofyan Munawar², Wida Banar Kusumaningrum¹, Hilman Saeful Alam³, Agus Edy Pramono⁴, Jayadi¹

¹Pusat Penelitian Biomaterial-LIPI, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911

²Pusat Inovasi-LIPI, Jl. Raya Bogor Km. 47 Cibinong, Bogor 16912

³UPT Balai Pengembangan Instrumentasi, Jl. Sangkuriang Komp. LIPI Gd. 30, Bandung 40135

⁴Politeknik Negeri Jakarta, Jln. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail: ismadi.0481@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian tentang pembuatan komposit untuk blok rem kereta api dengan menggunakan substitusi dari bahan alam telah dilakukan. Arang dari tempurung kelapa dengan suhu pengarangan 800°C digunakan sebagai substitusi bahan *friction modifier*, sedangkan serat sabut kelapa dan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) digunakan sebagai bahan penguat (*reinforcement*). Komposit dibuat dengan ukuran 100 mm x 30 mm x 15 mm. Komposisi bahan pembentuk komposit terdiri dari alumunium oksida, arang tempurung kelapa, barium sulfat, phenolic resin, kalsium hidroksida, nitrile butadiene rubber, serbuk besi, dan serat tandan kosong kelapa sawit dengan persentase berat berturut-turut sebesar 10, 25, 16.75, 14.75, 12.5, 5, 14, dan 2%. Semua bahan dibuat dalam bentuk serbuk dengan ukuran lolos saringan 40 mesh dan tertahan saringan 60 mesh. Pembuatan material pembentuk blok rem dibagi menjadi dua tahap. Tahapan pertama dengan mencampurkan terlebih dahulu semua unsur pembentuk kecuali serat alam yang berfungsi sebagai penguat. Setelah diaduk secara merata, pada campuran kemudian dimasukkan serat sebagai penguat dan diaduk menggunakan mesin pengaduk (mixer) selama 10 menit. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam cetakan, dan dilakukan penekanan panas dengan suhu 200°C. Sampel dikeluarkan dari cetakan dan dilakukan proses *post curing*, yaitu masih menerima panas tanpa tekanan. Sampel yang telah dikondisiudarkan selama 7 hari selanjutnya diuji sifat fisis dan mekanisnya dengan menggunakan Spesifikasi teknik blok rem komposit yang disyaratkan PT Kereta Api Indonesia (KAI) untuk blok rem tipe T 358 N.

Kata Kunci : Arang tempurung kelapa, serat sabut kelapa, serat tandan kosong kelapa sawit, blok rem komposit, sifat fisis dan mekanis

PENDAHULUAN

Dewasa ini kereta api merupakan salah satu moda transportasi massal yang paling efisien. Efisien dari segi jumlah angkutan yang besar dan efisien dalam hal penggunaan bahan bakar. Perkembangan jumlah transportasi kereta api di Indonesia meningkat dengan signifikan. PT. KAI sebagai salah operator perkereta apian di Indonesia melaporkan bahwa pada tahun 2011 jumlah penumpang yang terangkut mencapai 192 juta orang, dan barang sejumlah 19 juta ton. Sarana kereta api yang dimiliki oleh PT. KAI terdiri dari lokomotif sebanyak 343 unit, kereta 1.363 unit dan gerbong 3.794 unit^[1]. Dengan jumlah penumpang terangkut yang demikian besar, tentunya menuntut pelayanan yang prima, terutama segi kenyamanan dan keselamatan. Salah satu faktor keselamatan yang sangat diperhatikan adalah fungsi pengereman kereta api yang dapat diandalkan. Penggunaan sistem pengereman yang sesuai sangat menentukan terhadap keselamatan selama perjalanan kereta api. Sistem pengereman sangat ditentukan oleh penggunaan material blok rem pada lokomotif dan gerbong kereta api. Jumlah lokomotif dan gerbong kereta api yang demikian banyak tentunya memerlukan blok rem yang sangat banyak pula. Apalagi blok rem kereta api mempunyai waktu pakai yang terbatas sehingga harus diganti. Ini berarti bahwa blok rem merupakan komponen yang diperlukan dalam jumlah banyak dan terus meningkat setiap tahunnya sesuai dengan perkembangan industri kereta api. Dengan gerbong kereta api PT KAI sekitar 5000 unit, dan 1 unit gerbong terdiri dari 8 roda yang memerlukan

16 unit blok rem, dengan waktu pakai blok rem 3 bulan, maka selama 1 tahun akan diperlukan 240.000 unit blok rem. Selama ini kebutuhan blok rem dipenuhi sebagian besar dengan mengimpor dan sebagian kecil dari produk dalam negeri. PT KAI telah mulai mengganti blok rem berbahan metal (*cast iron*) menjadi blok rem komposit (non metal). Beberapa keuntungan pemakaian blok rem komposit dibandingkan dengan blok rem metal antara lain adalah lebih ringan, tahan aus, dan pemasangannya lebih mudah.

Komposit berbasis karbon (*carbon-carbon composites*) telah banyak digunakan pada industri transportasi seperti untuk rem pada otomotif, kereta api bahkan pesawat terbang [2,3]. Komposit jenis ini mempunyai kekuatan tinggi, tahan aus, tahan panas, dan densitas ringan, sehingga banyak digunakan sebagai bahan blok rem untuk sarana transportasi [4,5,6]. PT. KAI sudah menggunakan bahan blok rem komposit sebagai pengganti blok rem metal yang terbuat dari *cast iron* [7].

Bahan penyusun blok rem komposit terdiri dari bahan pengisi, bahan penguat, matriks perekat, dan bahan-bahan tambahan lain (*friction modifier*) [8,9,10]. Penggunaan bahan alam yaitu karbon tempurung kelapa dalam campuran karbon batubara sebagai campuran bahan komposit dengan matriks *coal tar pitch* mampu meningkatkan nilai kekerasan dan laju aus [11,12,13]. Sebagai bahan penguat pada umumnya digunakan serat sintesis yaitu serat gelas. Sebagian besar bahan penyusun blok rem komposit tersebut masih diimpor dari Negara lain, untuk itu diperlukan terobosan bahan baku pengganti yang berbasis bahan alam yang tersedia berlimpah di dalam negeri. Penggunaan arang tempurung kelapa dan serat alam yaitu serat kelapa dan serat TKKS perlu dikembangkan untuk mendukung daya saing dan kemandirian industri dalam negeri.

BAHAN DAN METODE

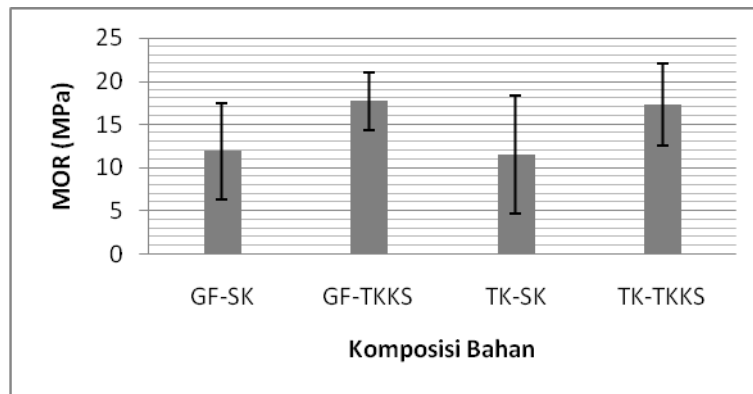
Bahan baku yang digunakan adalah alumina (Al_2O_3), grafit, barium sulfat (BaSO_4), *phenolic resin*, kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), serbuk besi (*ferrum*), *nitrile butadiene rubber* (NBR), serat kelapa dan serat tandan kosong kelapa sawit, dan arang tempurung kelapa. Serat kelapa dan TKKS yang digunakan berkadar air kurang lebih 10% dan berukuran 1-2 mm. Arang tempurung kelapa yang digunakan dikarbonisasi pada suhu 400-800°C. Komposisi bahan pembentuk komposit terdiri dari aluminium oksida, arang tempurung kelapa, barium sulfat, *phenolic resin*, kalsium hidroksida, NBR, serbuk besi, dan serat tandan kosong kelapa sawit dengan persentase berat berturut-turut sebesar 10, 25, 16.75, 14.75, 12.5, 5, 14, dan 2%. Semua bahan dibuat dalam bentuk serbuk dengan ukuran lolos saringan 40 mesh dan tertahan saringan 60 mesh.

Pembuatan material pembentuk blok rem dibagi menjadi dua tahap. Tahapan pertama dengan mencampurkan terlebih dahulu semua unsur pembentuk kecuali serat alam yang berfungsi sebagai penguat. Setelah diaduk secara merata, pada campuran kemudian dimasukkan serat sebagai penguat dan diaduk menggunakan mesin pengaduk (*mixer*) selama 10 menit. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam cetakan, dan dilakukan penekanan panas dengan suhu 200°C. Sampel dikeluarkan dari cetakan dan mengalami proses *post curing*, yaitu masih menerima panas tanpa tekanan. Sampel yang telah dikondisiudarkan selama 7 hari selanjutnya diuji sifat fisis dan mekanisnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi mekanis

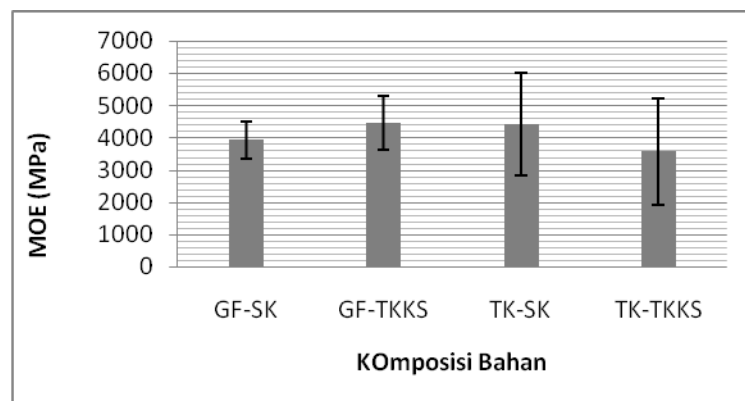
Nilai kekuatan lentur blok rem komposit ditunjukkan oleh Gambar 1. Dari gambar tersebut terlihat bahwa jenis karbon yang digunakan, baik karbon yang berasal dari grafit maupun dari arang tempurung kelapa tidak berpengaruh secara signifikan. Nilai kuat lentur komposit dengan kombinasi grafit-serat kelapa sebesar 11.88 MPa senilai dengan nilai kuat lentur arang tempurung kelapa-serat kelapa sebesar 11.52 MPa.



Gambar 1. Nilai MOR blok rem komposit

Komposisi dengan menggunakan serat TKKS menunjukkan nilai kuat lentur lebih optimal yaitu 17.71 MPa untuk kombinasi grafit-serat TKKS dan 17.31 MPa untuk kombinasi arang tempurung kelapa-serat TKKS. Fungsi penguatan yang diharapkan bisa didapatkan dari penggunaan serat alam, dengan demikian penggunaan jenis karbon tidak mempengaruhi nilai kuat lentur blok rem komposit.

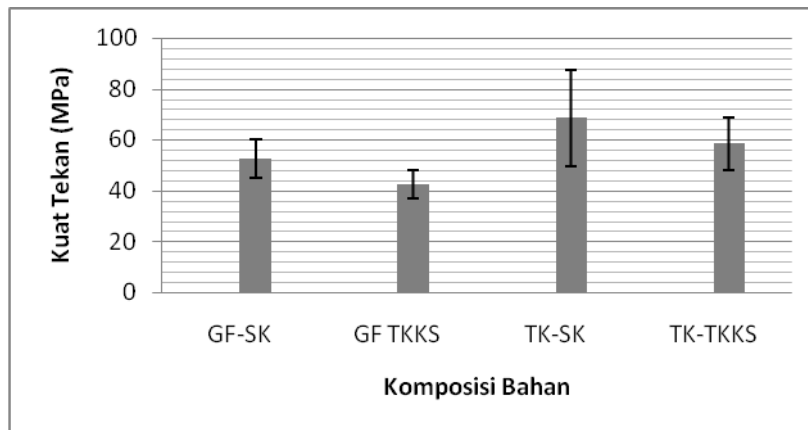
Komposisi blok rem komposit terutama jenis matriks yang difungsikan sebagai pembentuk kekakuan material dapat diketahui dari nilai modulus elastisitas bahan, yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa jenis serat yang berbeda tidak mempengaruhi nilai modulus elastisitas secara signifikan. Masing-masing jenis serat memiliki nilai yang tinggi dan nilai yang rendah meskipun berpadu dengan jenis karbon yang berbeda. Terlihat dari Gambar 2, bahwa padanan karbon arang tempurung kelapa-serat TKKS sebesar 3,57 GPa hampir senilai dengan karbon grafit-serat kelapa hampir sebesar 3,92 GPa.



Gambar 2. Nilai MOE blok rem komposit

Material karbon yang difungsikan sebagai matriks juga memiliki pengaruh yang hampir sepadan, antara karbon grafit dengan karbon dari arang tempurung kelapa. Pada komposisi karbon grafit-TKKS nilai modulus elastisitasnya sebesar 4,45 GPa, senilai dengan komposisi karbon arang tempurung kelapa-serat kelapa sebesar 4,43 GPa. Hal ini menunjukkan bahwa karbon yang berasal dari arang tempurung kelapa sudah memiliki sifat yang hampir sesuai dengan sifat karbon yang berasal dari grafit.

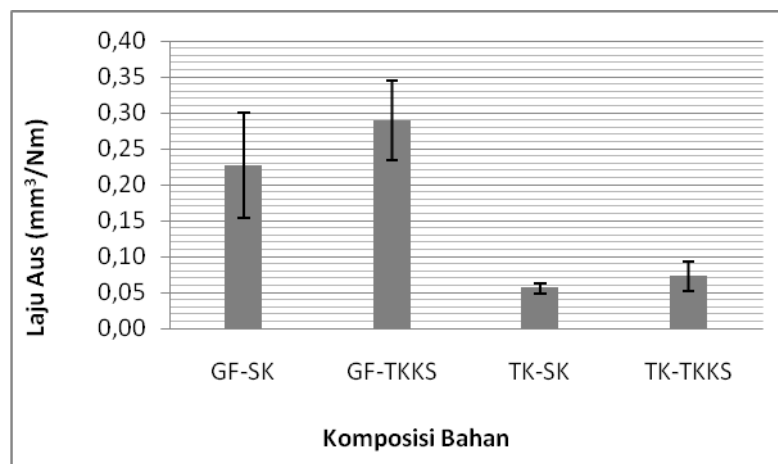
Kualitas campuran antara bahan pembentuk blok rem komposit terlihat pada nilai kuat tekan yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Kuat tekan tersebut menunjukkan adanya interaksi dan terjadinya ikatan yang kuat antar bahan penyusun komposit. Dari gambar tersebut terlihat bahwa nilai kuat tekan komposisi dengan karbon dari arang tempurung kelapa lebih tinggi dari nilai kuat tekan pada komposisi berbasis karbon grafit.



Gambar 3. Nilai Kuat Tekan blok rem komposit

Nilai kuat tekan komposit berturut-turut ditunjukkan oleh komposisi karbon grafit-serat TKKS sebesar 42.47 MPa, karbon grafit-serat kelapa sebesar 52.69 MPa, karbon arang tempurung kelapa-TKKS sebesar 58.51 MPa dan karbon arang tempurung kelapa-serat kelapa sebesar 68.47 MPa.

Potensi dan kemampuan bahan komposit untuk dijadikan material blok rem ditentukan dari nilai laju aus bahan tersebut, seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.



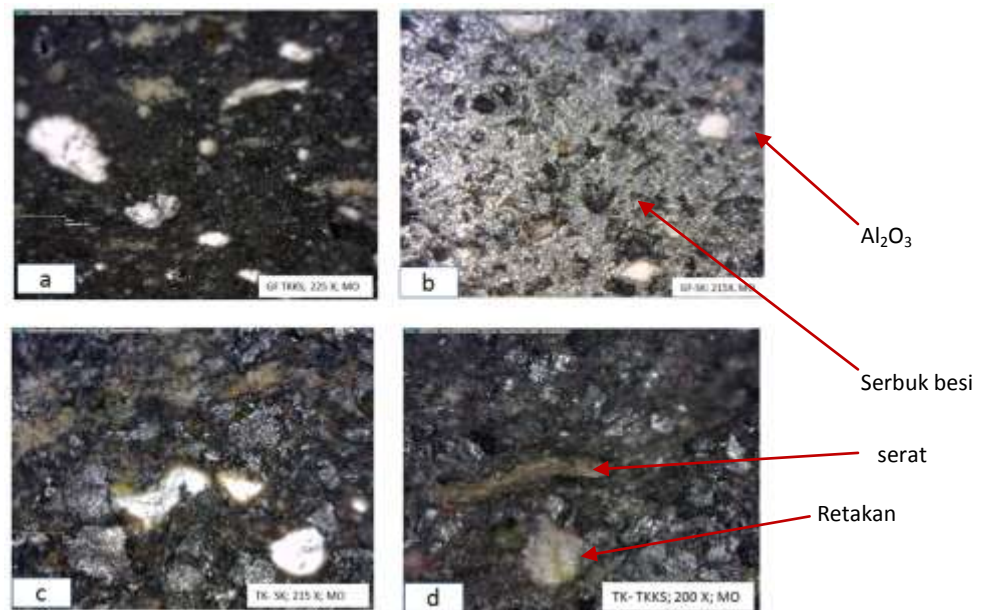
Gambar 4. Nilai Laju Aus blok rem komposit

Laju aus menggambarkan tingkat ikatan yang terjadi antar bahan penyusun setelah dikenai gaya gesek. Semakin kecil nilai laju aus yang dicapai, maka semakin kuat material penyusun tersebut berikatan. Dari Gambar 4 terlihat bahwa komposit dengan komposisi berbasis karbon dari arang tempurung kelapa memiliki nilai laju aus yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan komposit dengan komposisi berbasis karbon dari grafit. Nilai laju aus komposit berbasis arang tempurung kelapa yang dikombinasikan dengan serat kelapa dan serat TKKS berturut-turut adalah sebesar 0.056 dan 0.07 mm³/Nm, jauh lebih kecil dibandingkan dengan komposit dengan komposisi berbasis karbon grafit yang dikombinasikan dengan serat kelapa dan serat TKKS yaitu 0.23 dan 0.29 mm³/Nm. Dengan melihat nilai laju aus tersebut, terlihat bahwa komposit dengan basis karbon dari bahan alam, dalam hal ini arang tempurung kelapa memiliki potensi yang tinggi untuk dijadikan bahan blok rem.

Morfologi Permukaan komposit

Morfologi penampang blok rem komposit ditunjukkan oleh Gambar 5. Dari gambar tersebut terlihat adanya bercak berwarna putih yang menyebar tidak merata di seluruh penampang permukaan komposit. Bercak berwarna putih ini dindikasikan sebagai unsur alumina (Al₂O₃). Bahan alumina pada campuran komposit ini diharapkan dapat meningkatkan nilai kekerasan komposit yang terbentuk, ternyata distribusi yang terjadi tidak merata sehingga nilai kekerasan yang didapatkan belum sesuai harapan. Selain itu, alumina yang terdeteksi mengalami retakan dibagian dalamnya. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pencampuran yang dilakukan

selama proses fabrikasi belum terjadi secara maksimal dan merata. Bercak hitam yang terlihat pada Gambar 5, diidentifikasi sebagai serbuk besi.



Gambar 5. Morfologi penampang blok rem komposit ;
a. Grafit dan penguat serat kelapa, b. Grafit dengan penguat TKKS, c. Arang tempurung kelapa dengan penguat serat TKKS, d. Arang tempurung kelapa dengan penguat serat kelapa.
(mikroskop optik dengan perbesaran 200-225x).

Serbuk besi yang terlihat masih berupa gumpalan hitam yang terpisah satu dengan yang lain. Dengan tidak adanya kesatuan antar bahan, mengakibatkan nilai sifat mekanis dari blok rem komposit belum optimal. Dari Gambar 5d, terlihat dengan jelas bentuk serat TKKS. Serat TKKS yang diharapkan berfungsi sebagai penguat secara maksimal, pada kenyataannya tidak terdistribusi dengan merata, sehingga fungsi penguatan tidak tercapai. Meskipun demikian, fungsi penguatan yang dilakukan oleh serat kelapa maupun serat TKKS dapat berfungsi optimal saat berinteraksi dengan karbon arang kelapa yang ditunjukkan oleh laju aus yang kecil pada material blok komposit.

KESIMPULAN

Dari hasil karakterisasi dan pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa bahan hayati dalam hal ini arang tempurung kelapa, serat kelapa, dan serat TKKS berpotensi besar untuk menjadi bahan substitusi grafit dan bahan penguat serat sintetis yang digunakan dalam komposisi blok rem komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Laporan Tahunan PT. KAI 2011
- [2] Blanco, C., Bermejo, J., Marsh, H., Menendez, R. 1997. Chemical and physical properties of carbon as related to brake performance. *Wear* 213: 1-12.
- [3] Blanco, C., Santamaria, R., Bermejo, J., Menendez, R. 2000. Pitch-based carbon composites with granular reinforcements for frictional applications. *Carbon* 38: 1043-1051.
- [4] Policandriotes, T., Filip, P. 2011. Effects of selected nanoadditives on the friction and wear performance of carbon-carbon aircraft brake composites. *Wear* 271: 2280-2289.
- [5] Manocha, L.M., Warriar, A., Manocha, S., Sathuyamoorthy, D., Banerjee, S. 2006. Thermophysical properties of densified pitch based carbon/carbon materials. I. Unidirectional composites. *Carbon* 44: 480-487.

- [6] Manocha, L.M., Warrier, A., Manocha, S., Sathuyamoorthy, D., Banerjee, S. 2006. Thermophysical properties of densified pitch based carbon/carbon materials. II. Bidirectional composites. *Carbon* 44: 488-495.
- [7] Deng, H., Li, K., Li, H., Wang, P., Xie, J., Zhang, L. 2010. Effect of brake pressure and brake speed on the tribological properties of carbon/carbon composites with different polycarbon textures. *Wear* 270: 95-103.
- [7] Yulianto, A. 2009. Pemanfaatan limbah geram/chip besi cor sebagai substitusi bahan dasar pembuatan blok rem kereta api melalui proses peleburan ulang/remelting. *Prospect* 5 (8): 24-36.
- [8] Xin, X., Xu, C.G., Qing, L.F. 2007. Friction properties of sisal fibre reinforced resin brake composites. *Wear* 262: 736-741.
- [9] Sutikno, M., Marwoto, P., Rustad, S. 2010. The mechanical properties of carbonized coconut char powder-based friction materials. *Carbon* 48: 3616-3620
- [10] Pramono, A.E., Zulfia, A., Soedarsono, J.W. 2011. Effect of HP process temperature on the density and porosity of carbon-carbon composite made of coal waste powder. *Journal of Materials Science and Engineering B1*: 316-322.
- [11] Pramono, A.E., Zulfia, A., Soedarsono, J.W. 2011. Physical and mechanical properties of carbon-carbon composites based coconut shell waste. *Journal of Materials Science and Engineering* 5: 12-19.
- [12] Pramono, A.E., Zulfia, A., Soedarsono, J.W. 2011. Wear properties of carbon-carbon composites processed by hot press based on coal waste powder. *Journal of Materials Science and Engineering B1*: 43-47.
- [13] Pramono, A.E., Zulfia, A., Soedarsono, J.W. 2012. Effect of density to the electrical conductivity of carbon-carbon composite made of the mixture of organic waste carbon. *Journal of Materials Science and Engineering A2*(5): 402-409

PENGARUH KOMPONEN KIMIA DAN IKATAN PEMBULUH TERHADAP KEKUATAN TARIK BAMBU

Effendi Tri Bahtiar, Naresworo Nugroho, Surjono Surjokusumo, Lina Karlinasari, Deded Sarip Nawawi, Dwi Premadha Lestari

Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor. 16680.
Telp./Fax: 62-251-8621285
E-mail:bahtiar_et@yahoo.com

ABSTRACT

Bamboo is natural composite material which is built from many types of cells. Fibers cells which are bundled become vascular bundles have highest contribution toward the strength of bamboo split among others. Besides the amount of vascular bundles, the bamboo split strength is also determined by chemical component of cell walls and its position (internodes/node). This research reported that the tensile strength has positive correlation with the amount of vascular bundles. If the amount vascular bundles increase, then the tensile strength also increases. The increasing of lignin contents in cell wall proportionally and quadratically increases the tensile stress of internodes and node of bamboo split, respectively. This research did not found the maximum stationer point of quadratic equation for lignin content effect toward bamboo split tensile strength, thus the tensile strength always increase along with the lignin content in this research range (<33%). Correlation value between tensile strength and ratio of alpha cellulose to holocellulose is high which prove that alpha cellulose highly contribute to the tensile strength even though best fit regression procedure could not identified this phenomenon because of its autocorrelation occurrence.

Keywords : bamboo, best fit regression, vascular bundles, tensile strength, chemical components.

PENDAHULUAN

Sel merupakan unit satuan dasar kehidupan yang berperan secara fisiologis dan struktural dalam setiap aktivitas makhluk hidup. Berbeda dengan sel-sel pada binatang, sel pada tumbuhan dikelilingi oleh dinding sel yang tebal dan rigid. Dinding sel pada tumbuhan memiliki struktur yang kompleks dan berlapis-lapis untuk membangun kekuatan dan rigiditasnya. Karena tumbuhan tidak memiliki tulang, dinding sel berfungsi struktural untuk menahan beban dan mempertahankan bentuknya. Dinding sel pada tumbuhan berkayu tersusun atas holoselulosa dan lignin. Untaian holoselulosa yang terdiri atas selulosa dan hemiselulosa direkatkan oleh lignin. Lignin merupakan polimer alami yang sangat heterogen dengan struktur molekul yang sangat kompleks sehingga memungkinkan terjadinya berbagai macam ikatan kimia di antara setiap molekulnya. Lignin menyatukan untai holoselulosa sehingga dinding sel tumbuhan berkayu menjadi jauh lebih kuat dan kaku.

Komponen kimia dinding sel, yaitu holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) dan lignin merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan. Peningkatan kandungan lignin tentu menurunkan kandungan holoselulosa pada dinding sel. Peningkatan kandungan salah satu komponen (lignin ataupun holoselulosa) diduga tidak selalu meningkatkan kekuatan seratnya. Sebagai gambaran ekstrim, dinding sel yang seluruhnya terdiri atas holoselulosa tanpa lignin tentu lebih mudah putus dibandingkan yang disatukan oleh lignin karena ketiadaan efek saling penyokongan. Sebaliknya, 100% lignin tanpa holoselulosa tidak dapat membentuk dinding sel sehingga tidak memiliki kekuatan tarik sama sekali. Sesuai dengan landasan pemikiran tersebut maka dapat dipahami bahwa ada suatu titik komposisi tertentu di mana dinding sel terkuat dapat dicapai. Dalam bahasa matematika, titik tersebut disebut titik balik maksimum. Perubahan komposisi dinding sel sehingga berubah posisi dari titik balik maksimum pasti menurunkan kekuatannya. Kurva paling sederhana yang memiliki titik balik antara lain adalah kurva parabola yang dibangun dari persamaan kuadrat sehingga regresi polinomial berderajat dua (kuadrat) dipilih untuk menduga pengaruh kandungan kimia dinding sel terhadap kekuatan tarik bambu. Selanjutnya, karena peningkatan kandungan lignin tentu menurunkan kandungan holoselulosa

(Holoselulosa + Lignin $\cong$ 100%) dapat dipastikan bahwa terjadi autokorelasi di antara kedua peubah sehingga dipilih salah satu yaitu kandungan lignin sebagai peubah bebas dalam penelitian ini.

Holoselulosa merupakan fraksi polisakarida yang tersusun atas selulosa dan hemiselulosa. Selulosa merupakan polisakarida yang tersusun atas sejumlah besar β -1,4-linked *glucan* yang saling berinteraksi membentuk mikrofibril kristalin melalui ikatan hidrogen (Somerville, 2006). Selulosa merupakan polimer linier dengan derajat polimerisasi tinggi. Struktur kimia selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$. Selain selulosa, pada dinding sel juga terdapat polisakarida hemiselulosa yaitu *xyloglucans*, *glucomannans*, *xylans*, dan *mixed-linkage glucans* (Scheller dan Ulvskov, 2010). Struktur kimia hemiselulosa lebih heterogen daripada selulosa. Hemiselulosa mengisi ruang antara serat-serat selulosa dan dominan pada daerah *amorph* karena bentuk molekulnya yang lebih kompleks. Sebagai polimer linier berantai panjang, selulosa memberikan sumbangan kekuatan serat yang lebih besar daripada hemiselulosa (Sjostrom 1991). Kandungan selulosa yang tinggi dalam holoselulosa diduga dapat meningkatkan kekuatan serat sehingga rasio kandungan selulosa dibandingkan holoselulosa dipilih sebagai salah satu variabel penduga kekuatan tarik bambu dalam penelitian ini.

Sifat mekanis suatu material komposit tidak hanya tergantung pada komposisi bahan baku tetapi juga pada formasi dan mekanisme pembentukan bahan baku menjadi satu kesatuan material yang utuh. Bambu merupakan salah satu contoh material komposit alami yang tersusun atas beraneka ragam sel. Formasi sel di ruas bambu sangat berbeda dengan di buku. Ruas bambu didominasi oleh serat-serat yang lurus dan panjang, sedangkan serat-serat di buku sebagian berbelok ke dalam dan sebagian kecil keluar. Sel-sel pada bambu yang berfungsi struktural bersama-sama membentuk ikatan pembuluh (*vascular bundles*) sedangkan sel-sel yang memiliki fungsi fisiologis (a.l. parenkim) tersebar di seluruh bagian bambu. Jumlah *vascular bundles* per satu satuan luas penampang atau proporsi luas penampang *vascular bundles* terhadap luas total diduga berpengaruh terhadap kekuatan tarik bambu.

METODE PENELITIAN

A. Persiapan Bahan

Bambu yang sudah masak tebang, masing-masing tiga batang dari 5 (lima) jenis terpilih ditebang dari arboretum bambu Institut Pertanian Bogor. Lima jenis bambu tersebut adalah ampel (*Bambusa vulgaris*), andong (*Gigantochloa pseudoarundinaceae*), betung (*Dendrocalamus asper*), mayan (*Gigantochloa robusta*), dan tali (*Gigantochloa apus*). Bambu dipilih yang tua yaitu yang berada di bagian terdalam di rumpunnya, kulitnya berbintik-bintik dan warnanya kusam, serta seludangnya sudah terlepas dari batang. Pada penelitian ini, contoh uji diambil dari batang bagian tengah saja.

B. Pengamatan Anatomi Bambu

Anatomi bambu diamati di bawah mikroskop digital dengan perbesaran 10 $\times$. Contoh uji yang diamati diambil dari bagian tengah batang bambu tepat di buku dan di ruasnya. Pengamatan dilakukan pada 3 (tiga) penampang yaitu bidang lintang, radial, dan tangensial. Foto mikroskop selanjutnya diolah dengan software Motic Image Plus 2.0 ML untuk mengukur diameter dan luas penampang ikatan vaskular. Luas penampang ikatan vaskular dihitung dengan rumus luas elips yaitu: (Persamaan 1).

$$A = \pi ab \quad (1)$$

di mana : A = luas penampang (mm^2)
 a = sumbu mayor (diameter terpanjang) (mm)
 b = sumbu minor (diameter terpendek) (mm)

Proporsi luas ikatan pembuluh adalah luas total pembuluh dibagi dengan luas total bidang bambu yang terphoto. Jumlah ikatan pembuluh per satuan luas juga dihitung.

C. Pengukuran Komponen Kimia Dinding Sel Bambu

1. Persiapan Bahan

Batang bambu dipotong dan dipisahkan bagian buku dan bagian ruasnya. Potongan bambu tersebut dicacah lalu digiling dengan *Willey mill* dan disaring sehingga diperoleh serbuk berukuran 40 – 60 mesh. Dari serbuk yang dihasilkan kemudian diambil 2 gram untuk diukur kadar airnya. Serbuk sebanyak 2 (dua) gram tersebut ditempatkan pada cawan porselen yang telah ditimbang beratnya kemudian dioven dengan suhu 103 $\pm$ 2 $^{\circ}C$ selama 24 jam untuk menguapkan seluruh kandungan air dalam serbuk. Setelah dikeluarkan dari

oven, contoh uji dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Kadar air (M_c) dihitung dengan rumus:

$$M_c = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_p} \times 100\% \quad (1)$$

di mana : M_c = Kadar air (%)
 W_1 = berat contoh uji (serbuk dan porselen) sebelum dioven (gram)
 W_2 = berat contoh uji (serbuk dan porselen) sesudah dioven (gram)
 W_p = berat porselen (gram)

Pengujian kandungan komponen kimia bambu harus dilakukan dalam keadaan bebas ekstraktif. Oleh karena itu serbuk bambu diekstraksi terlebih dahulu dengan metode sokhletasi menggunakan 300 ml campuran pelarut etanol – benzene (1 : 2) selama 6 – 8 jam sehingga pelarut dalam sokhlet berwarna bening. Proses ekstraksi dilanjutkan dengan menggunakan pelarut etanol selama 4 jam, kemudian diekstraksi menggunakan air panas selama 3 jam. Setelah ekstraksi, contoh uji dicuci dengan 500 ml aquades panas untuk menghilangkan pelarut. Serbuk bebas ekstraktif dikeringkan dalam oven bersuhu 103 ± 2 °C hingga beratnya konstan. Kandungan zat ekstraktif dalam serbuk kering bambu dihitung dengan Persamaan 2. Untuk menghindari penyerapan air, serbuk bambu kering bebas ekstraktif disimpan dalam wadah tertutup rapat.

$$E = \frac{W_e}{W_s(1 - 0.01M_c)} \times 100\% \quad (2)$$

di mana : E = Kandungan zat ekstraktif (%)
 M_c = Kadar air (%)
 W_e = berat zat ekstraktif (gram)
 W_s = berat serbuk (gram)

2. Pengukuran Kandungan Lignin

Pengujian kandungan lignin dilakukan berdasarkan prosedur TAPPI 222 om 88. Sejumlah 0.5 gram serbuk bambu kering yang sudah bebas dari zat ekstraktif dimasukkan ke dalam gelas piala lalu berangsur-angsur ditambahkan larutan asam sulfat 72% hingga sebanyak 5 ml. Penambahan asam sulfat dilakukan sambil diaduk perlahan-lahan dan suhu dijaga konstan pada 2 ± 1 °C dengan cara merendam gelas piala dalam penangas berisi air dingin. Setelah tercampur sempurna, gelas piala disimpan pada suhu 20 ± 1 °C selama 3 jam dan sesekali diaduk perlahan setiap ± 15 menit. Setelah 3 jam, sebanyak 191 ml aquades dimasukkan dalam gelas piala sehingga konsentrasi larutan asam sulfat menjadi 3%. Hidrolisis dilakukan menggunakan *autoclave* dengan suhu 121 °C selama 30 menit. Lignin dicuci dengan aquades panas hingga bebas asam lalu disaring dengan kertas saring. Lignin dikeringkan dalam oven bersuhu 103 ± 2 °C hingga beratnya konstan. Kandungan lignin dalam dinding sel dihitung dengan rumus: (Persamaan 3)

$$L = \frac{W_L}{W_{po}} \times 100\% \quad (3)$$

di mana : L = Kandungan lignin (%)
 W_L = Berat kering lignin (gram)
 W_{po} = Berat kering serbuk bambu bebas ekstraktif ($W_{po} = 0.5$ gram)

3. Pengukuran Kandungan Holoselulosa (Selulosa dan Hemiselulosa)

Kandungan holoselulosa dilakukan mengikuti prosedur Browning (1967). Serbuk bambu kering bebas zat ekstraktif sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml, lalu ditambahkan 80 ml aquades, 1 gram sodium klorit, dan 0.5 ml asam asetat glacial. Campuran tersebut lalu dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 70 °C. Satu jam kemudian, ke dalam contoh uji ditambahkan 1 gram sodium klorit dan 0.5 ml asam asetat glacial. Penambahan tersebut diulangi setiap 1 jam reaksi sampai lima kali penambahan. Holoselulosa disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang sebelumnya lalu dibilas dengan air destilata

panas. Setelah filtrat menjadi bening, ditambahkan 25 ml asam asetat 10%, kemudian dibilas lagi hingga bebas asam. Contoh uji lalu dioven pada suhu 103 ± 2 °C hingga beratnya konstan. Kadar holoselulosa dihitung dengan rumus (Persamaan 4):

$$H_o = \frac{W_{Ho}}{W_p} \times 100\% \quad (4)$$

di mana : H_o = Kandungan holoselulosa (%)
 W_{Ho} = Berat kering holoselulosa (gram)
 W_{po} = Berat kering serbuk bambu bebas ekstraktif ($W_{po} = 5$ gram)

Serbuk holoselulosa kemudian digunakan untuk pengujian kandungan selulosa sesuai dengan metode Browning (1967). Serbuk holoselulosa sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml, kemudian larutan NaOH 17.5% sebanyak 16 ml ditambahkan dan diaduk pada suhu 20 °C. Pada waktu reaksi 5, 10, dan 15 menit, ditambahkan 5 ml larutan NaOH 17.5% dan dibiarkan hingga total waktu 45 menit. Contoh uji disaring dan dibilas dengan menggunakan 125 ml NaOH 8% selama 5 menit, lalu disaring lagi dengan menggunakan kertas saring dan dibilas dengan aquades. Setelah filtrat berwarna bening, contoh uji dibilas dengan 50 ml asam asetat 10% dan dicuci dengan air hingga bebas asam. Contoh uji dikeringkan dalam oven bersuhu 103 ± 2 °C. Kandungan selulosa dalam dinding sel dihitung dengan Persamaan 5, sehingga rasio kandungan selulosa terhadap holoselulosa dapat dihitung dengan Persamaan 6. Kandungan hemiselulosa dalam dinding sel bambu dihitung dengan Persamaan 7.

$$\alpha = \frac{W_\alpha}{W_{Ho}} H_o \times 100\% \quad (5)$$

$$\frac{\alpha}{H_o} = \frac{W_\alpha}{W_{Ho}} \times 100\% \quad (6)$$

$$H_e = H_o - \alpha \quad (7)$$

di mana : H_o = Kandungan holoselulosa (%)
 α = Kandungan selulosa (%)
 H_e = Kandungan hemiselulosa (%)
 W_α = Berat selulosa (gram)
 W_{Ho} = Berat kering serbuk holoselulosa (gram)

4. Pengujian Kekuatan Tarik Bambu

Kekuatan tarik bambu diuji pada ruas dan buku. Contoh uji diambil dari bagian tengah bambu dengan ukuran panjang 30 cm dan lebar 2 cm sedangkan tebalnya mengikuti tebal bilah bambu. Di bagian tengah contoh uji diguntingkan sehingga lebarnya menjadi 3 mm. Untuk contoh uji buku, pengguntingan dilakukan tepat di bagian buku. Contoh uji diuji tarik dengan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) merk Instron sesuai dengan prosedur ASTM D 143, sehingga kerusakan terjadi tepat di daerah yang diguntingkan. Jika kerusakan terjadi di luar daerah yang diguntingkan, maka data dianggap tidak valid dan pengujian tarik diulang lagi dengan contoh uji yang baru. Kekuatan tarik bambu dihitung dengan rumus (Persamaan 8):

$$\sigma_t = \frac{P_{max}}{A} \quad (8)$$

di mana : σ_t = Kekuatan tarik sejajar serat (kg/cm^2)
 P_{max} = Beban maksimum (kg)
 A = Luas penampang daerah yang diguntingkan (cm^2)

6. Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan menggunakan best fit regression dengan model lengkap mula-mula adalah (Persamaan 9):

$$\sigma_t = a + b_1 z + b_2 L + b_3 zL + b_4 L^2 + b_5 zL^2 + b_6 \frac{\alpha}{H_o} + b_7 z \frac{\alpha}{H_o} + b_8 V + b_9 \frac{V}{A} + \varepsilon \quad (9)$$

di mana : σ_t = Kekuatan tarik sejajar serat (kg/cm²)
 z = peubah boneka yang bernilai biner (buku = 0, ruas = 1)
 L = kandungan lignin (%)
 $\frac{\alpha}{H_o}$ = proporsi selulosa terhadap holoselulosa (%)
 V = jumlah ikatan pembuluh (/mm²)
 $\frac{V}{A}$ = proporsi ikatan pembuluh (%)
 a = konstanta
 $b_1, b_2, \dots, b_9$ = koefisien regresi
 ε = sisaan

Uji korelasi antar peubah, baik peubah bebas maupun tak bebas dilakukan sebelum prosedur *best fit regression* dijalankan. Model terbaik dipilih dengan kriteria nilai *Adjusted-R²* terbesar dengan jumlah peubah bebas yang masih dapat diterima maksimum adalah 6 buah.

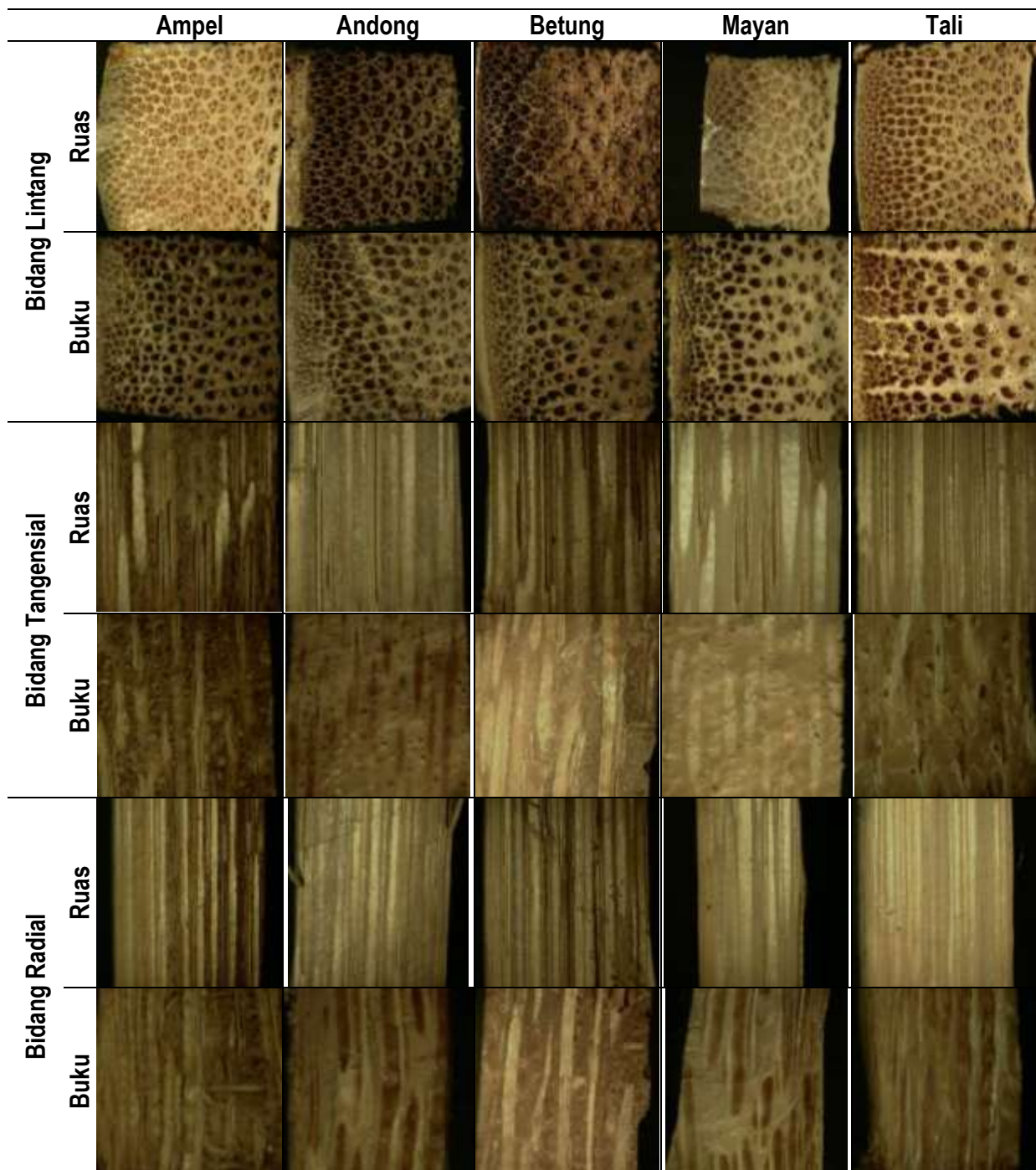
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ikatan pembuluh pada Bambu

Bambu merupakan komposit alami dengan jaringan dasar yang tersusun atas sel-sel parenkim, di mana di antaranya (*embedded*) terdapat ikatan pembuluh yang mengandung sel-sel fiber yang berfungsi sebagai penguat (*reinforcement*). Yu *et al.* (2007) melaporkan bahwa dinding sel fiber pada bambu memiliki modulus elastisitas (E) 17 GPa dan kekerasan 370 MPa, jauh lebih tinggi daripada dinding sel parenkim (E = 5.8 GPa dan hardness 230 MPa). Karena sifat-sifat mekanis dinding selnya yang sangat tinggi dibandingkan sel-sel lainnya, sel-sel fiber berperan utama sebagai penyokong bambu agar mampu menahan beban dan mempertahankan bentuknya. Sel-sel fiber terikat menjadi satu kesatuan dalam ikatan pembuluh bersama-sama dengan beberapa sel lainnya. Ikatan pembuluh merupakan gabungan dari beberapa sel yaitu untaian fiber (*fiber strand*), parenkim, selubung sklerenkim (*sclerenchyma sheaths*), phloem, metaxylem (*vessel*) dan elemen metaxylem yang lebih kecil, serta saluran intra-selular yang diperkuat oleh sisa-sisa protoxylem (Liese, 1985). Ikatan pembuluh terbungkus dalam matriks sel-sel parenkim.

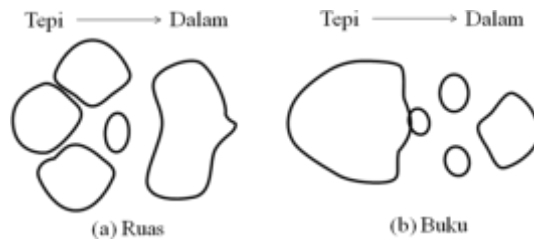
Seperti terlihat pada penampang tangensial dan radial (Gambar 1), ikatan pembuluh di bagian ruas (*internode*) berbentuk lurus pada arah batang dan tersusun sejajar, sedangkan pada buku (*node*) sebagian lurus namun ada pula yang bercabang dan berbelok ke arah dalam maupun tepi. Bagian buku menjadi bagian akhir (ujung dan pangkal) dari sebagian ikatan pembuluh. Jalinan sel pada bagian buku lebih kompleks daripada bagian ruas karena keberadaan bekas seludang daun (*sheat scars*), akar, tunas, dan cabang.

Seperti terlihat pada penampang lintang (Gambar 1), jumlah ikatan pembuluh bervariasi dari tepi hingga ke bagian terdalam dari bambu baik di bagian buku maupun ruas. Secara umum, jumlah ikatan pembuluh di bagian tepi lebih banyak daripada bagian dalam sehingga bagian tepi dapat lebih kuat daripada bagian dalam. Komposisi bagian terkuat di bagian tepi dan terlemah di bagian dalam memaksimalkan momen inersia penampang buluh bambu sehingga meningkatkan kemampuannya menahan momen lentur. Tanaman bambu yang tertiuip angin kencang tidak mudah roboh karena dapat bertindak mirip dengan balok bermomen inersia tinggi yang menerima beban lentur dengan konfigurasi kantilever.



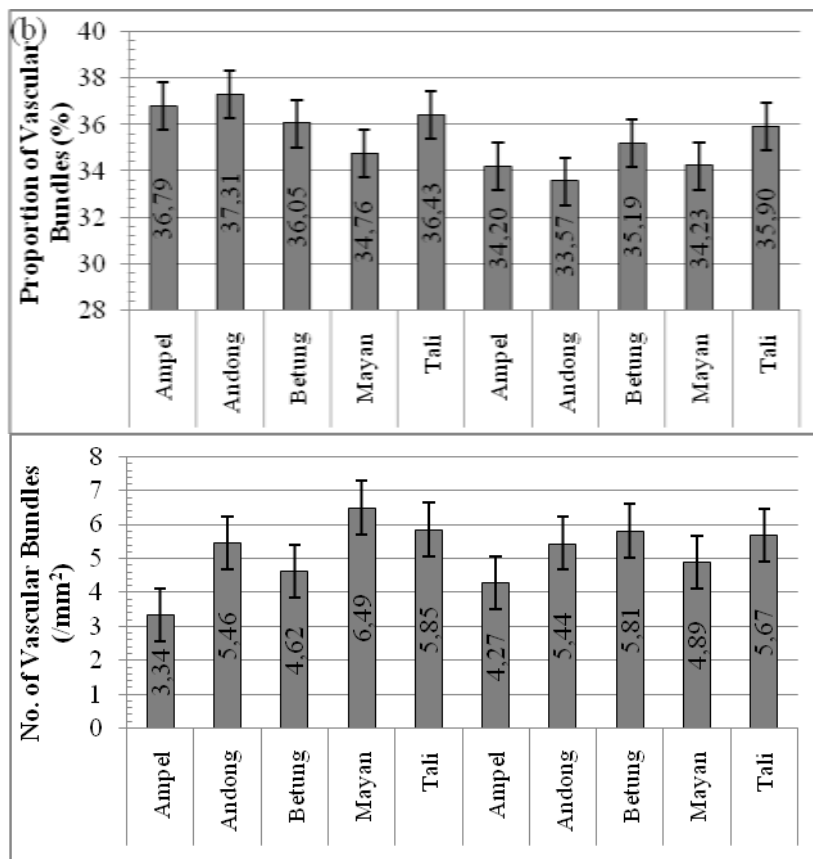
Gambar 1. Penampang bambu pada bidang lintang, tangensial dan radial di bagian buku dan ruas.

Bentuk ikatan pembuluh di bagian buku juga tampak berbeda dibandingkan bagian ruas seperti terlihat pada sketsa Gambar 2. Pada buku, untai serat di dalam ikatan pembuluh lebih besar pada posisi dekat tepi dibandingkan pasangannya yang di arah dalam. Kondisi ini berbalik di bagian ruas di mana untai serat di dekat tepi lebih kecil dibandingkan pasangannya di bagian dalam. Kecenderungan yang sama terjadi pada lima jenis bambu yang diamati.



Gambar 2. Ikatan pembuluh pada ruas (a): untai serat (fiber strands) di arah dalam lebih besar daripada pasangannya di arah tepi; dan pada buku (b): polanya berlawanan.

Jumlah ikatan pembuluh dapat bervariasi pada tiap-tiap jenis bambu (Gambar 3a). Namun pada penelitian ini, jumlah ikatan pembuluh dari lima jenis bambu yang diteliti tidak menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik, meskipun dalam Gambar 3a terlihat variasinya. Jumlah ikatan pembuluh terkecil yaitu pada bambu ampel (*internode* = 3.34; *node* = 4.27) tidak berbeda nyata dengan yang terbesar yaitu *internode* mayan (6.49) dan *node* betung (5.81). Hal serupa terjadi pula pada peubah proporsi ikatan pembuluh (Gambar 3b).

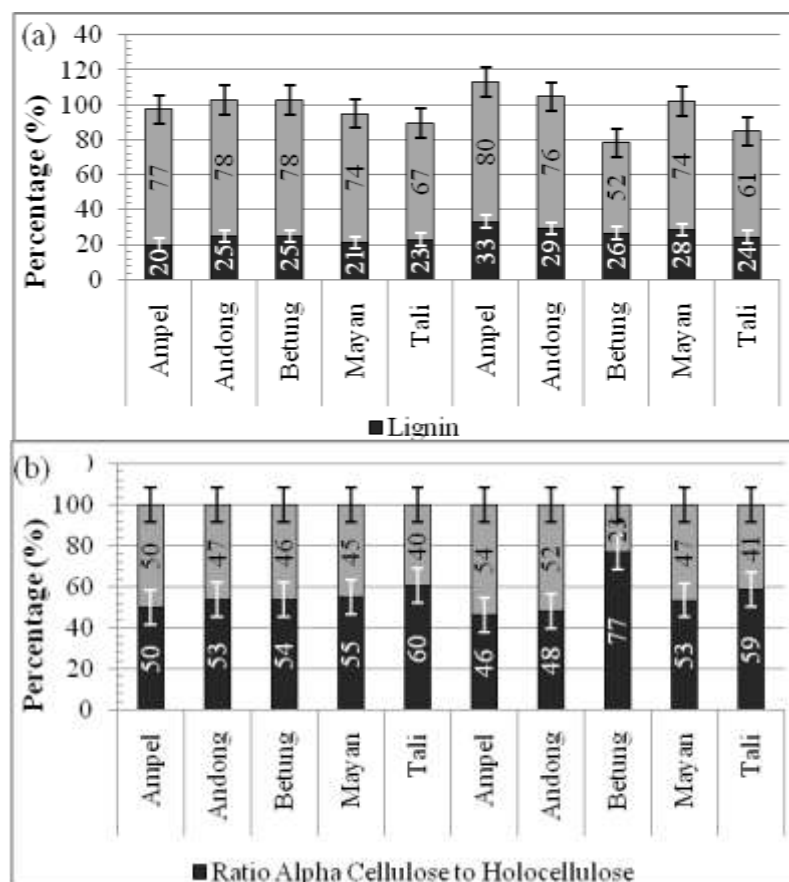


Gambar 3. Rata-rata jumlah (a) dan proporsi (b) ikatan pembuluh. Catatan: *error bar* dipilih nilai *mean square error* dari *two way anova*.

B. Komponen Kimia Dinding Sel Bambu

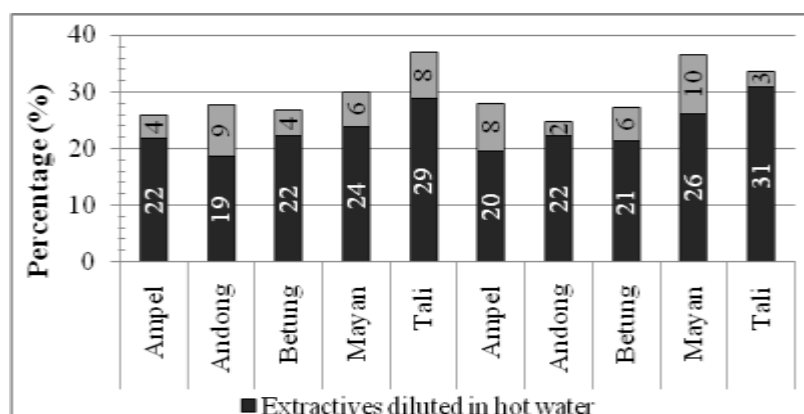
Komponen kimia dinding sel bambu terdiri atas lignin dan holoselulosa. Kandungan lignin pada setiap jenis bambu bervariasi dari 20 – 33% (Gambar 4a). Kandungan lignin bambu ampel bagian ruas adalah paling rendah, tetapi di bagian buku merupakan tertinggi dibandingkan jenis lainnya. Seperti terlihat pada Gambar 4a, kandungan lignin pada buku umumnya lebih tinggi daripada bagian ruas, namun perbedaan ini tidak nyata secara statistik. Hal serupa juga terjadi pada kandungan holoselulosa. Kandungan holoselulosa bambu bervariasi dari 52 – 80%, namun perbedaan kandungan holoselulosa antar jenis dan posisi (*node* atau *internode*) tidak signifikan.

Holoselulosa terdiri atas selulosa (alpha selulosa) dan hemiselulosa. Proporsi alpha selulosa terhadap holoselulosa bervariasi dari 50 – 61% di bagian ruas dan 46 – 77% di bagian buku (Gambar 4b) sehingga secara statistik tidak berbeda nyata. Demikian pula dengan proporsi alpha selulosa terhadap holoselulosa antar jenis bambu juga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.



Gambar 4. Komposisi kimia dinding sel bambu: kandungan lignin dan holoselulosa (a), dan proporsi alpha selulosa dan hemiselulosa di dalam holoselulosa (b). (catatan: *error bar* menunjukkan *mean square error* dari *two way anova*)

Pada pori dan rongga antar sel terdapat zat ekstraktif yang dapat dilarutkan dengan air panas maupun alkohol benzena. Zat ekstraktif tidak berperan pada kekuatan bambu, tetapi berpengaruh terhadap keawetannya, contohnya karbohidrat pada bambu merupakan bahan pakan bagi kumbang sehingga bambu diserang oleh kumbang. Kandungan zat ekstraktif pada kelima jenis bambu disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kandungan zat ekstraktif larut air panas dan alkohol – benzena pada lima jenis bambu

C. Kekuatan Tarik Bilah Bambu

Kekuatan tarik bilah bambu bagian ruas secara umum lebih tinggi daripada bagian buku. Perbedaan tersebut cukup signifikan secara statistik sebagaimana disajikan pada hasil uji Tukey (Tabel 1). Demikian pula setiap jenis bambu juga menunjukkan perbedaan kuat tarik yang signifikan (Tabel 2). Bambu andong merupakan jenis yang memiliki kekuatan tarik tertinggi diikuti oleh betung, tali, dan mayan. Sedangkan kekuatan tarik bambu ampel adalah yang terendah. Seperti terlihat pada Tabel 3, kekuatan tarik terbesar terjadi pada ruas bambu betung dan yang terkecil adalah buku bambu mayan. Berbeda dengan keempat jenis lainnya, buku bambu ampel rata-rata memiliki kekuatan tarik lebih besar daripada ruasnya meskipun tidak nyata secara statistik karena masih berada dalam satu kelompok (Group C). Sedangkan keempat jenis lainnya (andong, betung, tali, dan mayan) bagian ruasnya lebih mampu menahan tarik daripada buku. Untuk bambu betung, tali, dan mayan bagian ruas lebih kuat secara signifikan dibanding bukunya, sedangkan kekuatan tarik bagian ruas bambu andong dan ampel tidak berbeda nyata dibandingkan bagian bukunya. Perbedaan kekuatan tarik dapat terjadi akibat variasi struktur anatomi dan komposisi komponen kimia dinding sel bambu.

Tabel 1. Uji Tukey menunjukkan perbedaan kuat tarik bambu di bagian ruas dan buku

Category	Mean	Groups
Internode (Ruas)	2582	A
Node (Buku)	1789	B

Tabel 2. Uji Tukey menunjukkan perbedaan kuat tarik lima jenis bambu

Category	Means	Groups
Andong	2782	A
Betung	2618	A B
Tali	2227	A B C
Mayan	1728	B C
Ampel	1573	C

Tabel 3. Uji Tukey menunjukkan perbedaan kuat tarik lima jenis bambu pada buku dan ruas (interaksi jenis dengan buku/ruas)

Category	Means	Groups
Ruas * Betung	3472	A
Ruas * Andong	3058	A B
Ruas * Tali	2857	A B
Buku * Andong	2506	A B C
Ruas * Mayan	2488	A B C
Buku * Ampel	2110	A B C
Buku * Betung	1765	B C
Buku * Tali	1598	B C
Ruas * Ampel	1037	C
Buku * Mayan	968	C

D. Pengaruh Ikatan pembuluh dan Komponen Kimia Dinding Sel terhadap Kekuatan Tarik Bilah Bambu

Bambu tersusun atas sel-sel struktural yang terikat dalam ikatan pembuluh dan sel-sel parenkim yang tersebar di sekitarnya. Jumlah ikatan pembuluh per satuan luas (V) atau proporsi luasnya (V/A) diduga berpengaruh terhadap kekuatan tarik bilah bambu karena ikatan pembuluh merupakan penyumbang kekuatan terbesar dalam satu bilah bambu. Dinding sel setiap jenis bambu dapat terbuat dari bermacam-macam

variasi komposisi lignin (L) dan holoselulosa (H_o). Holoselulosa dapat dianggap sebagai serabut-serabut yang menjadi tulang dari dinding sel, sedangkan lignin merupakan perekat (*cement*) yang menyatukan untaian holoselulosa tersebut. Oleh karena kandungan dinding sel hampir seluruhnya adalah lignin dan holoselulosa, semestinya terdapat korelasi negatif yang kuat di antara keduanya. Peningkatan kandungan lignin tentu diikuti dengan penurunan kandungan holoselulosa. Holoselulosa terdiri atas dua komponen polysakarida yaitu alpha-selulosa dan hemiselulosa. Sebagai polysakarida berantai panjang, alpha-selulosa memiliki kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan hemiselulosa. Alpha-selulosa membentuk untaian linier yang dominan menyusun daerah kristalin yang saling terikat melalui ikatan hydrogen. Struktur hemiselulosa memiliki rantai polisakarida yang lebih pendek dengan bentuk ikatan lebih kompleks sehingga kekuatan tariknya lebih rendah dibanding alpha-selulosa. Peningkatan proporsi alpha-selulosa terhadap holoselulosa (α/H_o) diduga dapat meningkatkan kekuatan tarik bilah bambu. Bambu berbentuk buku-buku seperti tabung yang dihubungkan oleh ruas. Formasi sel di ruas bambu sangat berbeda dengan di buku. Ruas bambu didominasi oleh serat-serat yang lurus dan panjang, sedangkan serat-serat di buku sebagian berbelok ke dalam dan sebagian kecil keluar. Perbedaan formasi di buku dan ruas (z) ini dapat mempengaruhi kekuatan tarik bilah bambu. Lima besaran yaitu ruas/buku (z), kandungan lignin (L), rasio alpha selulosa terhadap holoselulosa (α/H_o), jumlah ikatan pembuluh (V), dan jumlah ikatan pembuluh per satuan luas (V/A), beserta empat besaran transformasinya (zL , L^2 , zL^2 , dan $z\alpha/H_o$) dicoba untuk mengepas

kekuatan tarik lima jenis bambu yang diteliti. Korelasi antara kesembilan variabel bebas tersebut dengan kekuatan tarik bambu disajikan pada Tabel 4. Seperti terlihat pada Tabel 4, kandungan lignin pada bambu bagian ruas secara linier maupun kuadratik memiliki koefisien korelasi terbesar dengan kekuatan tarik yaitu masing-masing 0.571 dan 0.633. Rasio alpha-selulosa terhadap holoselulosa di bagian ruas juga berkorelasi cukup erat dengan kekuatan tarik. Sementara itu di bagian buku, setiap variabel tunggal terpilih ternyata tidak mampu menjelaskan kekuatan tarik bilah bambu karena koefisien korelasinya rendah. Pengujian *best fit regresion* dengan menggunakan semua variabel terpilih selanjutnya dilakukan dan menghasilkan beberapa model terbaik sebagaimana disajikan pada Tabel 5. Model dalam Tabel 5 merupakan tiga model terbaik dari regresi dengan menggunakan sebanyak-banyaknya 6 variabel bebas. Berdasarkan kriteria terpilih yaitu *Adjusted-R²* tertinggi maka dapat dinyatakan bahwa model dengan 3 variabel bebas yaitu kandungan lignin (L), kuadrat kandungan lignin pada ruas (zL^2), dan jumlah ikatan pembuluh (V) merupakan model terbaik dari semua model yang dicoba dengan nilai *Adjusted-R²* sebesar 73.57%. *Best fit regresion* menghasilkan persamaan terbaik yaitu Persamaan 10, dengan nilai-nilai statistik disajikan pada Tabel 6. Sedangkan grafik hubungan antara estimasi kekuatan tarik dengan nilai observasi (empiris)-nya disajikan pada Gambar 6.

$$\hat{\sigma}_t = -4661.27 + 154.06L + 3.27zL^2 + 398.94V \quad (10)$$

Tabel 4. Korelasi antara variabel bebas dengan kekuatan tarik bilah bambu

Variables	z	L	zL	L^2	zL^2	α/H_o	$z\alpha/H_o$	V	V/A
Tensile Strength	0.496	-0.026	0.571	-0.046	0.633	-0.074	0.527	0.350	0.226

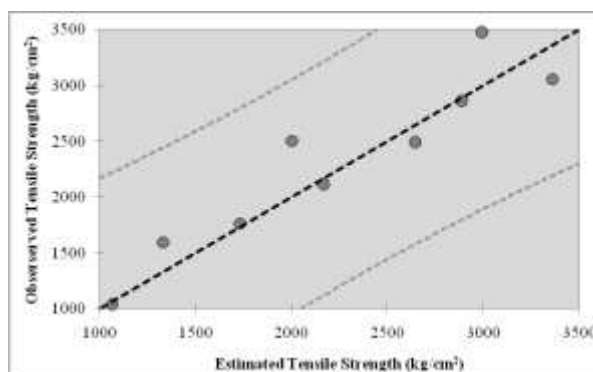
Tabel 5. Ringkasan seleksi variabel dalam *best fit regresion*

No. of Variables	Variables	MSE	R ²	Adjusted R ²	Mallows' Cp	Akaike's AIC	Schwarz's SBC	Amemiya's PC
2	z ; zL	290127	0.6822	0.5914	-1.5325	128.2140	129.1217	0.4591
3	L ; zL^2 ; V	187651	0.8238	0.7357	-0.6321	124.3151	125.5255	0.3084
4	z ; zL ; zL^2 ; V	211583	0.8344	0.5654	1.2853	125.6923	127.2052	0.3548

Catatan: Model terbaik disajikan dengan huruf tebal

Table 6. Statistik koefisien regresi dari model terbaik

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-4661.27	1686.12	-2.7645	0.0327	-8787.05	-535.48
L	154.06	47.88	3.2176	0.0182	36.90	271.21
zL^2	3.27	0.67	4.8844	0.0028	1.63	4.91
V	398.94	159.55	2.5004	0.0465	8.53	789.35



Gambar 6. Hubungan antara nilai estimasi kekuatan tarik bilah bambu dengan nilai observasinya

Persamaan terbaik terpilih tidak mengandung variabel rasio alpha-selulosa per holoselulosa di ruas bambu ($z\alpha/H_o$) meskipun variabel tersebut berkorelasi erat dengan kekuatan tarik. Hal ini terjadi karena $z\alpha/H_o$ juga berkorelasi erat dengan kandungan lignin (L) dan kuadrat kandungan lignin pada ruas (zL^2) yaitu masing-masing -0.730 dan 0.974. Meskipun rasio alpha-selulosa per holoselulosa memiliki peranan penting pada kekuatan tarik bambu, peranan tersebut tidak terbaca oleh model *best fit regression* karena memiliki autokorelasi dengan dua variabel bebas lainnya. Kandungan lignin bersama-sama dengan jumlah ikatan pembuluh merupakan variabel penentu bagi kekuatan tarik bilah bambu. Hal ini sejalan dengan penelitian Winandhi dan Rowel (1984) yang melaporkan bahwa kekuatan serat lebih dominan ditentukan oleh kandungan lignin dan selulosa daripada hemiselulosa. Kekuatan serat semakin meningkat seiring dengan semakin besarnya kandungan lignin dan selulosa.

Seperti terlihat pada Persamaan 10 dan Tabel 6, koefisien regresi bagi ketiga variabel bebas bernilai positif. Hal ini berarti peningkatan kekuatan tarik bilah bambu terjadi seiring dengan meningkatnya kandungan lignin dan jumlah ikatan pembuluh. Pada ruas bambu peningkatan kandungan lignin memberikan peningkatan kekuatan tarik dengan derajat yang lebih tinggi yaitu kuadratik, sedangkan pada buku hanya linier. Pada seluruh selang yang diperoleh dalam penelitian ini titik balik maksimum sebagaimana dihipotesiskan ternyata tidak dapat ditemukan. Kandungan lignin pada dinding sel hingga titik tertinggi yang ditemukan (33%) masih meningkatkan kekuatan tarik bilah bambu.

KESIMPULAN

Kekuatan tarik bambu dipengaruhi oleh jumlah ikatan pembuluh, kandungan komponen kimia, dan bagian node/internode. Semakin banyak jumlah ikatan pembuluh per satu satuan luas, maka kekuatan tarik bambu semakin besar. Kandungan lignin meningkatkan kekuatan tarik pada bagian ruas secara proporsional (linier). Sedangkan kekuatan tarik pada bagian buku meningkat secara kuadratik seiring dengan peningkatan kandungan lignin. Peningkatan kandungan lignin dalam selang yang ditemukan dalam penelitian ini (33%) masih meningkatkan kekuatan tarik bilah bambu sehingga titik balik maksimum tidak dapat ditemukan. Tingginya nilai korelasi kekuatan tarik dengan proporsi alpha selulosa terhadap holoselulosa pada bagian ruas memperlihatkan pentingnya peranan proporsi alpha selulosa tersebut, meskipun prosedur *best fit regression* tidak mampu membacanya akibat terjadinya autokorelasi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D143-94(2000)e1. 2000. Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. doi: 10.1520/D0143-94R00E01.
- Browning, B.L., 1967. Methods of Wood Chemistry, vol. II. Wiley-Interscience Publishers, New York.
- Liese, W., 1985. Anatomy and Properties of Bamboo. Proceeding of International Bamboo Workshop (China). 6-14 October 1985, pp. 198 – 208.
- Scheller, H.V., and Ulvskov P., 2010. Hemicelluloses. Annu. Rev. Plant. Biol. 61:263-89. doi: 10.1146/annurev-arplant-042809-112315.
- Sjöström, E., 1991. Carbohydrate degradation products from alkaline treatment of biomass. Biomass and Bioenergy 1(1): 61-64.
- Somerville, C., 2006. Cellulose synthesis in higher plants. Annu. Rev. Cell Dev. Biol. 22:53–78. doi: 10.1146/annurev.cellbio.22.022206.160206
- Tappi Method T 222 om-88, 1988. Acid-in soluble lignin in wood and pulp. TAPPI PRESS, Atlanta, GA.
- Winandhi J.E., and Rowell R., 1984. Chemistry of Wood Strength. In: Rowell R. Editor. 1984. The Chemistry of Solid Wood. American Chemical Society, Washington, USA. Pp. 211-255.
- Yu ,Y., Fei, B., Zhang, B., and Yu, X., 2007. Cell-wall mechanical properties of bamboo investigated by in-situ imaging nanoindentation. Wood and Fiber Science, 39(4): 527 – 535.

KAPASITAS LENTUR BALOK *LAMINATED VENEER LUMBER* (LVL) KAYU SENGON PADA VARIASI PENAMPANG

Achmad Basuki¹, Sholihin As'ad¹, Rismaya Nurrahma Putri¹, dan Hermawan K. P.²

¹ Grup Riset SMARTWood, Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta

² PT. Sumber Graha Sejahtera, Tangerang

Email : basuki_sipil@ft.uns.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas lentur balok Laminated Veneer Lumber (LVL) Kayu Sengon pada berbagai variasi penampang, dengan menggunakan penghubung geser paku. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian lentur pada balok kayu. Sistem pembebanan yang digunakan adalah *two point loading*. Pengujian lentur dilakukan dengan memberikan pembebanan secara bertahap hingga benda uji tak mampu menerima tambahan beban. Dalam penelitian ini diperoleh nilai P_{maks} , MOE, σ_{it} balok 1 sebesar 7833,33 N; 2854,02 N/mm²; 9,77 N/mm², balok 2 sebesar 12250 N; 3693,41 N/mm²; 13,91 N/mm², balok 3 sebesar 11000 N; 2532,58 N/mm²; 12,49 N/mm² dan balok 4 sebesar 15583,33 N; 2627,65 N/mm²; 16,23 N/mm². Perbandingan nilai eksperimen dengan nilai analisis pada nilai P_{maks} balok 1 sebesar 0,25, balok 2 sebesar 0,35, balok 3 sebesar 0,32, balok 4 sebesar 0,41. Selisih nilai eksperimen yang cukup jauh dari nilai analisis disebabkan penggunaan paku sebagai *shear connector*. Sewaktu balok diberi beban secara bertahap, paku cenderung mudah tercabut sehingga perlu digunakan *shear connector* yang memiliki lebih kuat dan tidak mudah tercabut.

Kata Kunci : *Laminated Veneer Lumber*, balok susun, kapasitas lentur.

PENDAHULUAN

Kayu merupakan salah satu bahan konstruksi yang sampai saat ini masih banyak digunakan terutama untuk bangunan gedung. Keuntungan dari kayu sebagai bahan struktur bangunan selain harganya yang relatif murah juga mempunyai karakteristik yang unik. Dari segi struktur, umumnya struktur bangunan yang terbuat dari kayu memiliki kelenturan relatif lebih tinggi dibandingkan beton. Dan dari segi arsitektur, bangunan dengan struktur kayu memiliki nilai estetika yang tinggi karena dapat dibuat dengan berbagai macam desain dan warna.

Kayu juga merupakan bahan konstruksi yang ramah lingkungan karena dapat didaur ulang dan bersumber dari pohon sehingga tidak akan habis (*sustainable*). Kayu juga bersifat *renewable* selama ketersediaan sumberdaya alamnya terjamin. Namun kenyataannya saat ini ketersediaan kayu semakin menipis. Kayu kualitas baik (kelas kuat I/II) umumnya memiliki usia tebang sampai puluhan tahun (30 tahun lebih) (Rochman, 2008). Hal ini tidak sebanding dengan kecepatan penebangan pohon karena kebutuhan bahan konstruksi kayu yang semakin meningkat.

Laminated Veneer Lumber (LVL) dapat menjadi salah satu alternatif untuk masalah tersebut. LVL merupakan kayu yang dibuat dengan merekatkan lembaran-lembaran kayu dengan *adhesive* sehingga terbentuk kayu yang utuh. Kayu LVL ini juga dapat mengatasi berkurangnya kayu dengan dimensi yang besar. Dalam penelitian ini digunakan LVL kayu sengon yang memiliki usia tebang cukup singkat sehingga ketersediaannya terjamin. Selain itu, kayu LVL juga mempunyai kekuatan yang setara dengan kayu konvensional sehingga layak untuk diaplikasikan menjadi bahan konstruksi.

Penggunaan balok susun LVL memungkinkan penggunaan balok kayu secara optimal. Hendra Theodarmo (2013) dalam penelitiannya yang berjudul "Kekuatan dan Kekakuan Balok Susun LVL Sengon untuk Sistem Lantai Kayu" mengemukakan bahwa penggunaan LVL dalam balok susun memiliki banyak keuntungan seperti bentang balok yang dapat dimaksimalkan, luas penampang yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan balok masif, mudah difabrikasi, lebih ringan dan efisien dalam pemasangan dan sebagainya. Dalam penelitiannya tersebut, Hendra Theodarmo (2013) meneliti penggunaan kayu Sengon dalam

pembuatan balok susun berupa balok kotak (*box beam*) dan balok I (*I-joist beam*) untuk mengetahui kekuatan dan kekakuan balok susun tersebut untuk sistem lantai kayu.

Sifat kayu dengan rentang dan mutu yang sangat rendah dapat disiasati dengan teknologi laminasi (LVL) sehingga kekuatan kayu sengon atau *albasia* dapat setara dengan kayu kamper atau kayu borneo, setidaknya naik ke kayu kelas III atau bahkan sampai kelas II. Teknologi bahan kayu LVL tersebut diujicobakan pada bangunan kantor di Medan, dengan konstruksi jembatan untuk ruang-ruang pertemuan yang bebas kolom. Konstruksi jembatan tersebut juga dalam rangka memanfaatkan bangunan lama yang berada di bawahnya, yang secara ekonomis bangunan tersebut masih cukup handal untuk digunakan. (Arief Sabaruddin, 2011)

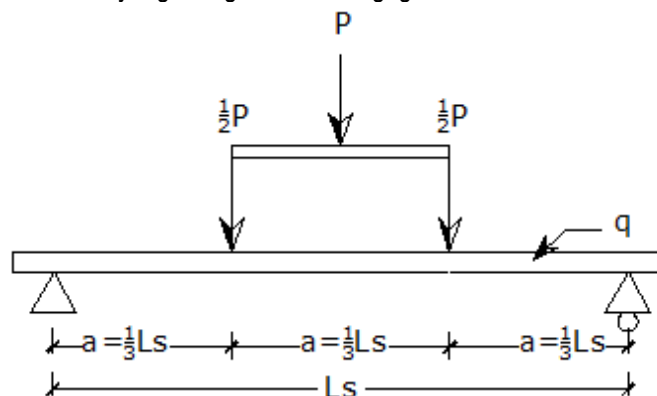
Penghubung geser adalah alat sambung mekanik yang berfungsi sebagai penahan gaya geser dan gaya angkat yang timbul pada bidang kontak dari bahan-bahan yang membentuk komponen komposit. (Suwandojo dan Zubaidah, 1987 dalam Alves et.al., 2013)

Istilah kekuatan atau tegangan pada bahan seperti kayu erat kaitannya dengan kemampuan bahan untuk mendukung gaya luar atau beban yang berusaha mengubah ukuran dan bentuk bahan tersebut. Gaya luar yang bekerja pada suatu benda akan mengakibatkan timbulnya gaya-gaya dalam pada benda tersebut yang berusaha merubah ukuran dan bentuk. Gaya-gaya dalam ini disebut dengan tegangan yang dinyatakan dalam gaya per satuan luas. Perubahan ukuran atau bentuk dikenal sebagai deformasi atau regangan. Jika tegangan yang bekerja kecil maka deformasi yang terjadi juga kecil, dan ketika tegangan dihilangkan sepenuhnya maka bentuk benda akan kembali pada bentuk semula sesuai dengan sifat elastisitas benda tersebut. Jika tegangan yang didukung melebihi gaya dukung serat maka serat-serat akan putus dan terjadilah keruntuhan/kegagalan. (Awaludin, 2005)

METODE PENELITIAN

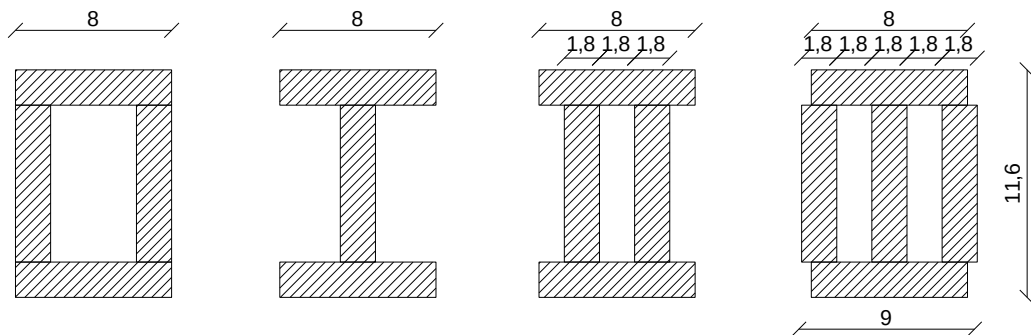
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium dan analisis. Sebuah percobaan untuk mendapatkan suatu hasil yang menegaskan hubungan antara variabel-variabel yang diselidiki dilakukan dalam metode eksperimental.

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kuat lentur balok Laminated Veneer Lumber (LVL) kayu sengon dan membandingkan hasil uji laboratorium dengan teori perancangan struktur kayu. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan uji lentur terhadap model struktur balok LVL kayu sengon. Struktur balok LVL dibebani secara bertahap dengan model pembebanan dua titik (*two point loading*) (**Gambar 1**). Data diambil sampai beban maksimum yang mengakibatkan kegagalan struktur dan besar lendutan yang terjadi.



Gambar 1. Pembebanan dua titik (*two point loading*)

Pada penelitian ini bahan benda uji berupa kayu olahan Laminated Veneer Lumber (LVL) yang terbuat dari bahan 100% kayu sengon dengan dimensi masing-masing batang 8 cm x 1,8 cm, panjang balok 120 cm dengan jarak antar tumpuan 100 cm. Benda uji berupa balok susun dengan variasi susunan penampang seperti pada Gambar 2. Alat sambung geser yang digunakan pada penampang sepanjang balok LVL kayu sengon adalah paku dengan diameter 2,8 mm. Masing-masing penampang terdiri dari 3 sampel balok. Masing-masing penampang terdiri dari 3 sampel balok.



Gambar 2. Variasi susunan penampang benda uji balok LVL kayu sengon

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian lentur yang dilakukan di laboratorium bertujuan untuk mendapatkan data aktual mengenai beban maksimum yang dapat diterima balok LVL kayu sengon, lendutan maksimum yang terjadi serta letak kegagalan struktur yang terjadi. Sebelum dilakukan pengujian lentur, terlebih dahulu dilakukan pengujian geser terhadap paku sebagai *shear connector* untuk mendapatkan beban maksimum yang dapat ditahan paku. Beban maksimum tersebut digunakan untuk menganalisis kebutuhan paku sehingga mampu menahan gaya geser yang terjadi.

Benda uji yang digunakan pada pengujian kuat geser paku adalah paku berdiameter 2,8 mm sebanyak 4 buah. Setting up pengujian kuat geser dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Setting up pengujian geser paku

Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Material Fakultas Teknik UNS Surakarta, didapat hasil beban maksimum yang dapat diterima paku dan kuat geser pada Tabel 1. Data beban maksimum yang telah dirata-rata tersebut menjadi acuan untuk menganalisis kebutuhan paku pada balok susun LVL kayu sengon agar mampu menahan gaya geser yang terjadi.

Tabel 1. Beban dan lendutan maksimum

Benda uji	Diameter (mm)	Luas penampang (mm ²)	P _{maks} (kN)	P _{maks} rata-rata (kN)
P1	2,8	6,15	5,39	5,4775
P2	2,8	6,15	5,76	
P3	2,8	6,15	4,59	
P4	2,8	6,15	6,17	

Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok LVL Kayu Sengon

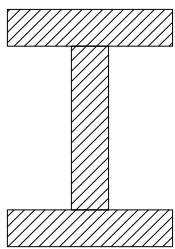
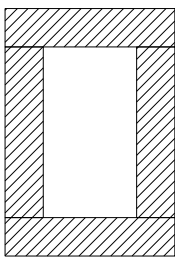
Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Struktur Fakultas Teknik UNS Surakarta, pengujian kuat lentur balok LVL kayu sengon dilakukan dengan cara memberikan beban desak pada balok secara bertahap hingga benda uji mengalami kegagalan struktur. Kegagalan struktur benda uji diindikasikan dengan kondisi retak atau patah sehingga benda uji tidak mampu lagi menerima penambahan beban. Beban pada kondisi tersebut dianggap sebagai beban kritis dan lendutan yang terjadi pada beban tersebut dianggap sebagai lendutan maksimum.

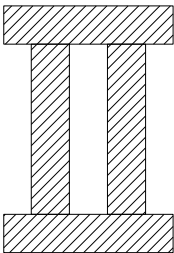
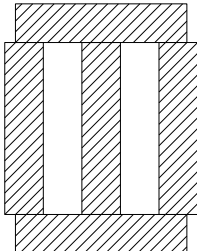


Gambar 4. *Setting up* pengujian lentur balok LVL kayu sengon

Dari pengujian tersebut didapat data-data berupa beban dan lendutan yang diterima oleh balok kayu LVL kayu sengon. Data-data hasil pengujian tersebut digabungkan dengan data lainnya sehingga dapat dihitung besarnya nilai kuat lentur dan modulus elastisitas dari balok kayu LVL kayu sengon tersebut. Dari pengujian kuat lentur kayu LVL kayu sengon diperoleh data besarnya beban dan lendutan yang terjadi pada saat pengujian. Data-data hasil pengujian tersebut tertera dalam Tabel 2.

Tabel 2. Beban dan lendutan maksimum

No	Benda Uji		Beban Maks (N)	Beban Rata-Rata (N)	Lendutan Maks (mm)	Lendutan Rata-Rata (mm)
1		LVLA-1	8000	7833,33	26,55	28,33
		LVLA-2	7000		30,72	
		LVLA-3	8500		27,72	
2		LVLB-1	12150	12250	23,8	22,47
		LVLB-2	12350		23,5	
		LVLB-3	12250		20,12	

3	LVLC 	LVLC-1	10450	11000	19,84	19,34
		LVLC-2	10650		18,59	
		LVLC-3	11900		19,6	
4	LVLD 	LVLD-1	15700	15583,33	24,35	24,04
		LVLD-2	16950		26,92	
		LVLD-3	14100		20,86	

Pengujian geser paku dengan benda uji 4 paku polos berdiameter 2,8 mm didapatkan nilai beban geser maksimum yang mampu ditahan paku adalah 5,39 kN; 5,76 kN; 4,59 kN; 6,17 kN dengan nilai rata-ratanya adalah 5,48 kN. Nilai beban geser maksimum rata-rata ini kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan paku yang diperlukan agar tidak terjadi pergeseran dan terbentuk aksi komposit antara dua balok LVL kayu sengon tersebut.

Dari hasil pengujian kuat lentur balok LVL kayu sengon yang dilakukan di laboratorium didapat beberapa hasil beban maksimum rata-rata yang mampu ditahan oleh keempat penampang secara berturut-turut adalah 7833,33 N; 12250 N; 11000 N; 15583,33 N dengan nilai perbandingan hasil eksperimen terhadap perhitungan teoritis keempat penampang secara berturut-turut adalah 0,24; 0,28; 0,25; 0,28.

Nilai modulus elastisitas dari keempat penampang secara berturut-turut adalah 2854,02 N/mm²; 3693,41 N/mm²; 2532,58 N/mm²; 2627,65 N/mm². Sedangkan nilai tegangan lentur yang terjadi pada serat terluar baik tekan maupun tarik dengan asumsi balok kesatuan atau menganggap mempunyai modulus elastisitas yang sama keempat penampang secara berturut-turut adalah 9,76 N/mm²; 13,88 N/mm²; 12,47 N/mm²; 16,20 N/mm².

Kegagalan struktur yang terjadi pada badan balok kemungkinan dikarenakan tekanan paku yang menyebabkan rusaknya kayu yang terjadi pada bagian badan balok LVL kayu sengon dan pada beban maksimum terjadi retakan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Kegagalan struktur pada badan balok LVL kayu sengon

Kegagalan struktur juga terjadi karena adanya pergeseran pada sayap balok LVL kayu sengon seperti pada Gambar 6. Hal itu dikarenakan kuat cabut paku yang ditancapkan searah lapisan vinir yang merusak lapisan vinir LVL kayu sengon sehingga terjadi pergeseran pada sayap balok.



Gambar 6. Pergeseran sayap balok LVL kayu sengon

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dan analisis balok LVL Sengon, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian lentur balok LVL Sengon diperoleh nilai beban maksimum (P_{maks}); modulus elastisitas (E); dan tegangan lentur (σ) dari keempat penampang berturut-turut adalah sebagai berikut:
 - a. Penampang A : 7833,33 N; 2854,02 N/mm²; 9,76 N/mm²
 - b. Penampang B : 12250 N; 3693,41 N/mm²; 13,88 N/mm²
 - c. Penampang C : 11000 N; 2532,58 N/mm²; 12,47 N/mm²
 - d. Penampang D : 15583,33 N; 2627,65 N/mm²; 16,20 N/mm²
2. Bentuk kegagalan struktur yang terjadi adalah sebagai berikut:
 - a. Kegagalan yang terjadi pada sebagian sayap balok dimana terjadi pergeseran pada sayap balok atas dan bawah. Hal itu dikarenakan kuat cabut paku yang ditancapkan searah lapisan vinir yang merusak lapisan vinir LVL kayu sengon sehingga terjadi pergeseran pada sayap balok.
 - b. Kegagalan juga terjadi pada badan balok dimana saat mulai mencapai beban tertentu, paku yang tertekan kemudian merusak kayu dan pada beban maksimum kayu mengalami retakan.
 - c. Perbandingan beban maksimum hasil eksperimen terhadap perhitungan teoritis keempat penampang berturut-turut adalah 0,24; 0,28; 0,25; 0,28. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kapasitas beban yang mampu ditahan oleh balok susun LVL Sengon dengan *shear connector* paku polos hasilnya masih jauh dari perhitungan teoritisnya.
Kapasitas lentur yang dihasilkan belum mencapai kapasitas lentur yang seharusnya karena kayu telah rusak oleh paku terlebih dahulu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi dan LPPM UNS atas pembiayaan riset ini melalui skema Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaludin, A. (2005), *“Dasar-dasar Perencanaan Sambungan Kayu”*, Biro Penerbit KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN) (1998), *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (SNI 03-1727-1998)*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN) (2002), *Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu, SNI-5*, Jakarta.

- Basuki, A., Kristiawan, S.A., Priyantono, H.K., (2010a). "*Perhitungan sambungan LVL kayu sengon menurut teori kayu*", Laporan Penelitian Kerjasama JTS FT UNS dengan PT Sumber Graha Sejahtera, Tangerang.
- Basuki, A., Kristiawan, S.A., Priyantono, H.K., (2010b). "*Kekuatan tumpu LVL kayu sengon pada berbagai arah serat*", Laporan Penelitian Kerjasama JTS FT UNS dengan PT Sumber Graha Sejahtera, Tangerang.
- Basuki, A., Kristiawan, S.A., Priyantono, H.K., (2011). "*Perhitungan sambungan LVL kayu sengon dengan kuat tumpu hasil uji*", Laporan Penelitian Kerjasama JTS FT UNS dengan PT Sumber Graha Sejahtera, Tangerang.
- Basuki, A., Kristiawan, S.A., Priyantono, H.K., (2012), "*Pengembangan Struktur Rangka Kuda-kuda Ringan Berbahan Dasar Laminated Veneer Lumber (LVL) Kayu Sengon*", Laporan Penelitian Hibah Bersaing DIPA BLU UNS Tahun Pertama, Surakarta.
- Breyer, D.E. Fridley, K.J. Cobeen, K.E. dan Pollock, D.G. (2007). "*Design of Wood Structures ASD/LRFD*". McGraw-Hill. United States of America.
- Kristiawan, S.A., Basuki, A., Priyantono, H.K., (2010). "*Kekuatan rangka kuda-kuda LVL dibandingkan rangka kuda-kuda baja ringan*", Laporan Penelitian Kerjasama JTS FT UNS dengan PT Sumber Graha Sejahtera, Tangerang.
- Kristiawan, S.A., Basuki, A., Priyantono, H.K., (2011a). "*Modus kegagalan rangka kuda-kuda LVL kayu sengon*", Laporan Penelitian Kerjasama JTS FT UNS dengan PT Sumber Graha Sejahtera, Tangerang.
- Kristiawan, S.A., Basuki, A., Priyantono, H.K., (2011b). "*Kekuatan tekuk batang LVL kayu sengon*", Laporan Penelitian Kerjasama JTS FT UNS dengan PT Sumber Graha Sejahtera, Tangerang.
- Rosalita, Yetvi. (2009). *Kajian Optimasi Sambungan Pasak Bambu Laminasi Pada Struktur Laminated Veneer Lumber (LVL)*. Thesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Stephen (2007), *Connection Methods for Timber Engineering*. Timber Engineering. North America.
- , (2000), *Panduan Microsoft Acces 2000*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- , (2007), *Pemrograman Delphi 2007*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

REKAYASA ALAT PELENGKUNG KAYU LAMINASI SISTEM PRESS DINGIN

Abdurachman, Nurwati Hadjib dan Efrida Basri

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5. Bogor.1610. Telp./Fax: 0251-8633413, 8633378.
man_p3hh@yahoo.com

ABSTRAK

Pada industri kecil, kayu berbentuk lengkung untuk komponen mebel dan bangunan seperti kusen pintu dan jendela biasanya dibuat dengan cara menggergaji balok atau papan solid sesuai pola yang diinginkan. Hal ini mengakibatkan pemborosan bahan baku kayu, karena banyak kayu yang terbuang. Di daerah pesisir biasanya pembuat kapal rakyat melengkungkan kayu untuk tradisional dengan cara memanaskan kayu di atas tumpuan balok menggunakan kayu bakar dan dibebani pemberat di atasnya. Peralatan untuk membuat komponen lengkung cukup mahal, seperti yang dilakukan di negara lain seperti Australia dan Amerika Serikat. Pada tahun 2007 telah dicoba membuat alat pelengkung kayu secara manual dengan cara press dingin dan pada tahun berikutnya dilakukan beberapa perbaikan guna memperbaiki hasil pelengkungan yang lebih baik. Alat tersebut hanya dapat digunakan untuk membuat komponen lengkung dari kayu lamina dengan panjang busur lengkung 3,5 m dan radius lengkung minimum 5 m. Hasil perekayasaannya berupa alat pelengkung kayu laminasi terbuat dari pelat baja dan peralatan mesin penekan yang dapat diterapkan dalam pembuatan kayu lamina lengkung. Alat tersebut sudah diuji coba dalam pembuatan kayu lamina lengkung dari kayu mindi, manii, mahoni, jabon, ketapang dan kecapi. Kualitas pelengkungan ditentukan oleh sifat fisis dan mekanis kayu yang akan dilengkungkan.

Kata kunci : Pelengkungan kayu, rekayasa pelengkung kayu, uji coba pelengkungan kayu laminasi

PENDAHULUAN

Teknologi pelengkungan kayu untuk keperluan konstruksi berat (rumah, gedung, perkapalan) masih belum banyak digunakan terutama untuk pembuatan kapal kayu. Industri galangan kapal di Indonesia saat ini banyak yang beralih dari bahan kayu menjadi bahan metal atau fiber. Hal ini menunjukkan bahwa pengerjaan komponen kapal kayu jauh lebih sulit dibandingkan dengan kapal bermaterial non kayu disamping harga kayu lebih mahal dari material seperti fiber.

Pada umumnya kapal yang terbuat dari kayu adalah kapal nelayan untuk menangkap ikan yang banyak memiliki komponen berbentuk lengkung seperti gading dan lambung yang merupakan komponen struktur pada kapal kayu. Dalam pembuatannya kapal kayu yang dikerjakan oleh perusahaan galangan kapal kayu menggunakan cara sederhana/tradisional, karena belum banyak teknologi pelengkungan kayu yang dapat diadopsi oleh masyarakatnya. Oleh karena itu diperlukan teknologi perekayasaannya alat pelengkung kayu yang mudah dikerjakan, ekonomis dan dapat menunjang kebutuhan tersebut.

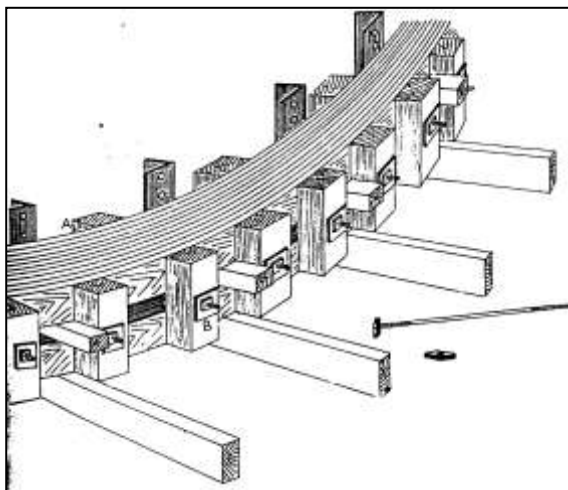
Balok kayu berbentuk lengkung berukuran lebar dan tinggi seperti ukuran kayu perdagangan sulit untuk dilengkungkan dengan menggunakan cara dan peralatan manapun, oleh karena itu harus menggunakan papan tipis (lamina) yang disusun dan direkat ke arah tebal, kemudian dikempa oleh mesin kempa dingin berbentuk lengkung secara bersamaan sehingga membentuk balok laminasi berstruktur lengkung.



Gambar 1. Konstruksi gading kapal nelayan

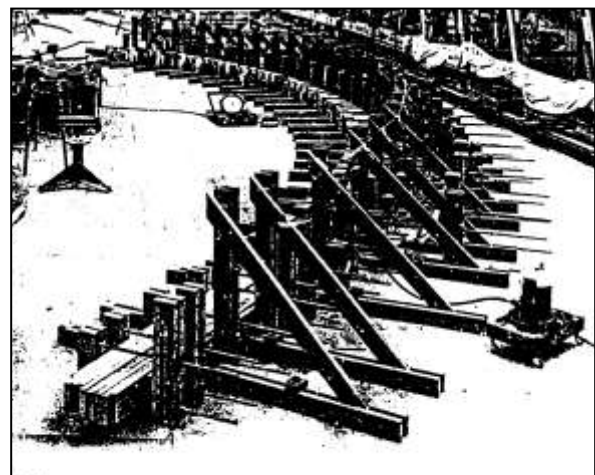
Beberapa alternatif untuk membuat glulam lengkung berukuran struktural antara lain bisa dibuat secara sederhana seperti Gambar 2. Alat tersebut terbuat dari balok-balok kayu keras dan baja siku yang ditanamkan pada lantai beton sesuai radius lengkung yang diinginkan. Besarnya tekanan kempa diukur menggunakan torsimeter dengan cara mengencangkan baut-baut pada setiap jepitan (*clamps*).

Untuk mendapatkan hasil kempa yang baik, perlu ditambahkan peralatan tambahan yaitu penekan sistem hidrolik seperti Gambar 3. Peralatan ini banyak menggunakan bahan besi atau baja profil dan memerlukan tempat yang luas serta tenaga manusia yang cukup banyak.



Sumber : Chugg, 1964

Gambar 2. Alat kempa sederhana dengan balok kayu dan pengencang baut



Gambar 3. Alat kempa sederhana dengan balok kayu dan pengencang baut

Teknologi pelengkungan kayu atau 'wood bending' saat ini sudah mulai berkembang dan semakin banyak diminati oleh produsen furniture kayu. Selain karena hasilnya yang secara visual lebih baik daripada kayu hasil potongan melengkung, teknologi ini relatif mudah dilakukan. Namun untuk keperluan konstruksi berstruktur berat dan besar belum banyak teknologi yang bisa digunakan oleh pelaku industri ini.

Darmawan *et. al.* (2006) telah melakukan penelitian pelengkungan kayu skala pilot menggunakan alat pelengkung kayu hasil rekayasa dengan elemen pemanas (*Heatingelements*). Jenis kayu yang dilengkungkan adalah mangium dan pinus yang dilunakkan terlebih dahulu dengan cara perendaman sampai jenuh air, kemudian dibungkus dengan aluminium foil agar air kayu tidak menguap keluar dan dapat berfungsi sebagai faktor pelunak pada saat kayu dipanaskan. Hasilnya menunjukkan bahwa alat tersebut mampu melengkungkan kedua jenis kayu berukuran 30 x 50 x 1100 mm pada suhu 150°C selama 30 menit tanpa terjadi kerusakan.

Beberapa faktor selain sifat-sifat kayu yang menyebabkan mudah tidaknya kayu dilengkungkan tanpa perlakuan awal adalah radius lengkung, ukuran penampang, jarak sangga (*span*) dan peralatan yang digunakan. Prianto *et.al.* 2004, telah melakukan penelitian untuk mengetahui jenis-jenis kayu yang mudah dilengkungkan dengan pengujian lentur statis pada contoh uji kecil bebas cacat dengan proses pelunakan. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai MOE dan MOR menurun pada kondisi kering udara. Selanjutnya diketahui bahwa pelengkungan kayu membutuhkan kecepatan yang sangat rendah untuk mencegah agar kayu tidak mengalami kerusakan. Jenis-jenis kayu yang berhasil dilengkungkan secara manual adalah kayu afrika, akasia, sengon, ambon, angsana, bacang, cemara, jengkol, pinus dan randu. (Darmawan *et.al.* 2006). Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab keberhasilan atau kegagalan pelengkungan kayu merupakan kombinasi antara kerapatan, nilai relatif MOE, dan nilai defleksi saat patah, dimana kayu yang mudah dilengkungkan adalah kayu yang mempunyai kerapatan rendah sampai sedang, nilai MOE rendah dan nilai defleksi tinggi.

PEREKAYASA ALAT

Perekayasaan merupakan kegiatan membuat atau menciptakan sebuah peralatan yang diperlukan untuk menunjang industri baik industri manufacturing maupun industri rumahan. Peralatan hasil rekayasa bisa diperoleh melalui pengembangan atau modifikasi alat yang sudah ada sebelumnya menjadi peralatan yang lebih baik atau lebih efektif penggunaannya.

Peralatan hasil rekayasa yang dipublikasikan dalam paper ini adalah peralatan pembuat kayu laminasi berbentuk lengkung dengan cara kempa dingin (*Curved Cold Press*). Telah dibuat dua macam alat yaitu alat pelengkung kayu laminasi manual dan hidrolik, kedua alat tersebut dibuat di Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan di Bogor pada tahun 2007 dan 2008.

Bahan dan peralatan yang diperlukan kedua alat tersebut adalah sebagai berikut:

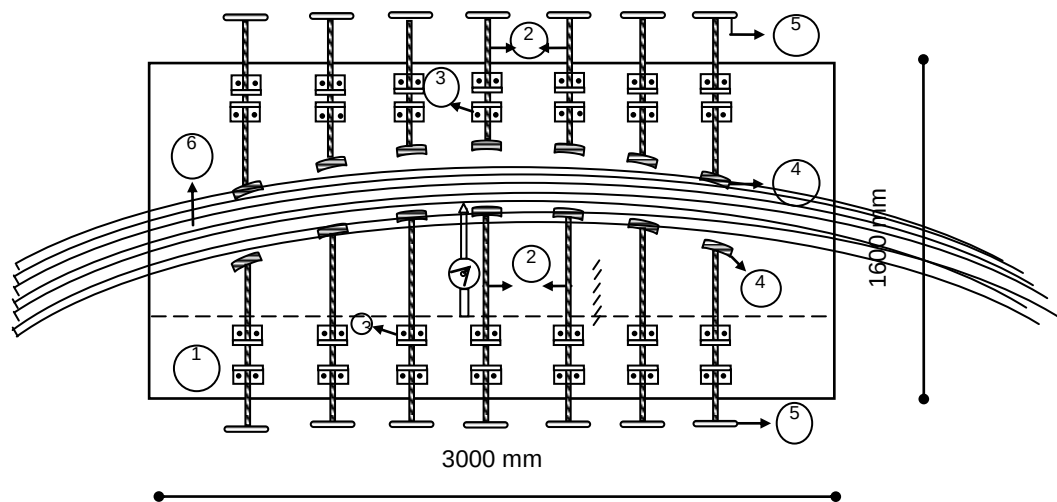
A. Alat Pelengkung Kayu Sistem Kempa Dingin Manual

1. Bahan :

Besi UNP 65, besi plat tebal 10 mm, as draat, mur pendorong/pengunci, stopper, stir pemutar, mur klem draat, besi ST37 tebal 5/8 " x 140x240, besi siku 6, dan as ST60 Ø2", kawat las, cat besi, cat duco, ampelas besi, gerinda dan lain-lain.

2. Peralatan :

Gergaji besi, pemotong besi, mesin gerinda, peralatan las, kunci-kunci dan lain-lain.



Keterangan gambar :

1. Meja kerja alat	4. Stopper
2. Draat penahan	5. Stir penahan/pendorong
3. Klem dibaut ke meja alat	6. Papan lamina

Gambar 4. Disain alat kempa dingin manual

3. Proses pembuatan/perekayasaan
 - a. Pembuatan meja kerja mesin
 - b. Pemasangan draat penahan
 - c. Pemasangan klem
 - d. Pemasangan stopper
 - e. Pemasangan Stir/engkel pemutar
4. Hasil perekayasaan



Gambar 5. Alat kempa dingin manual glulam lengkung



Gambar 6. Tampak muka alat kempa dingin manual glulam lengkung



Gambar 7. Detail kerja draad pengencang

B. Alat Pelengkung Kayu Sistem Kempa Dingin Hidrolik

1. Bahan :

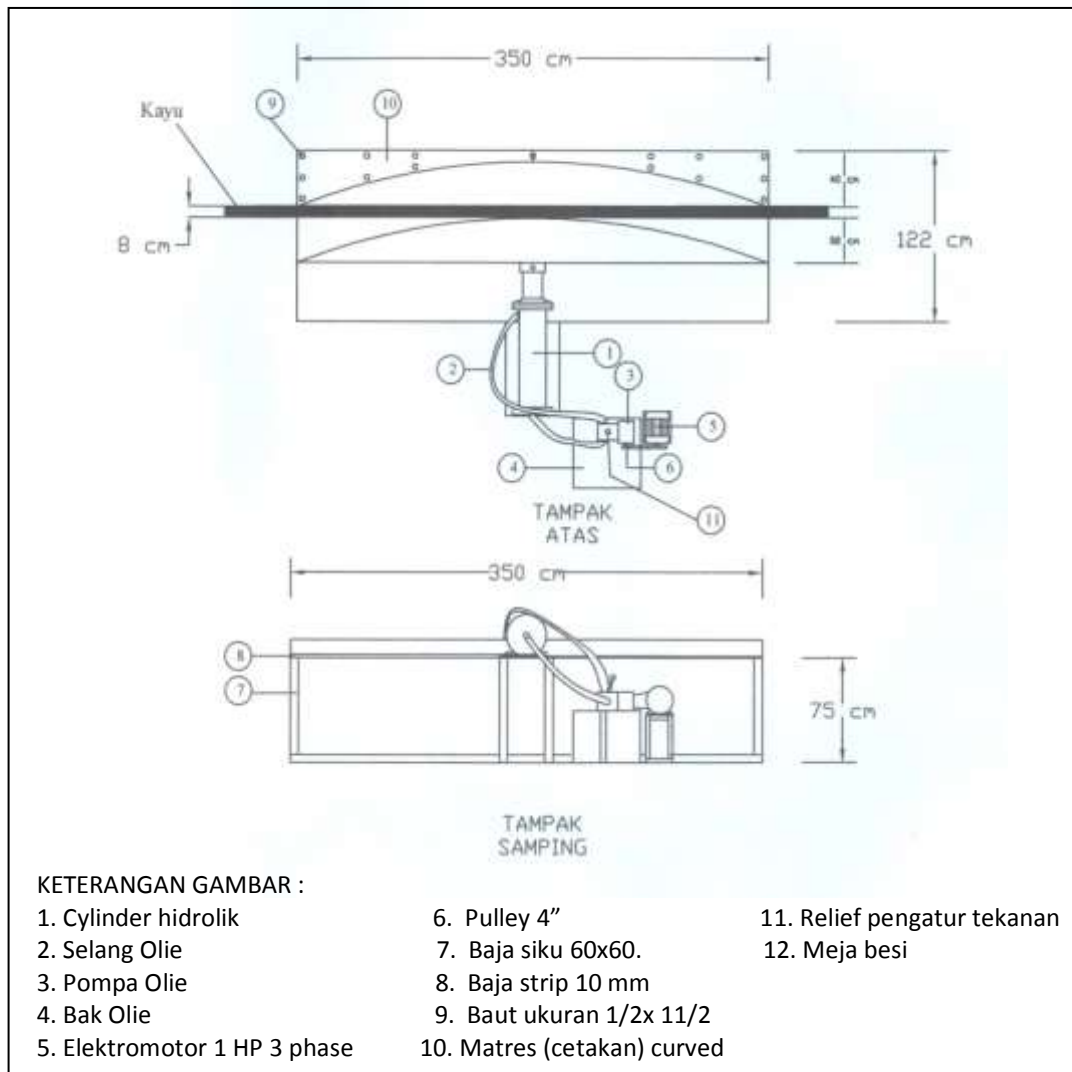
- a. Cylinder Hydrolic panjang 70 cm.m. Kawat las
- b. Selang Oli. Batu gerinda
- c. Pompa Oli. Ampelas Besi
- d. Bak Oli isi 50 literp. Menie besi
- e. Electromotor 1 PK 3 phaseq. Cat Duco
- f. Pulley Ø 4"r. Thinner
- g. Baja siku 60.60.10 mms. Kuas 2"
- h. Baja strip 8' x 4' tebal 10 mmt. Gas oxygen
- i. Baut ukuran $\frac{1}{2}$ x $1\frac{1}{2}$ "u. LPG 15 kg
- j. Matres (cetakan *Curved*)v. Gemuk
- k. Hand valve dan monipol 1 bungw. Olie hihrolik merk Duralic
- l. Pressure gauge

2. Peralatan :

Gergaji besi, pemotong besi, mesin gerinda, peralatan las, kunci-kunci dan lain-lain.

3. Proses penyempurnaan prototipe alat *hydrauliccurved-press* dilakukan sebagai berikut :

- a. Alat *curved-press* yang sudah dibuat diambil mejanya, komponen-komponen alat yang tidak digunakan lagi dilepas semuanya.
- b. Pembuatan matres terbuat dari baja strip tebal 4 mm berbentuk lengkung dengan jari-jari kelengkungan (R) = 5 m.
- c. Pemasangan matres di atas meja dengan cara dibaut
 - Pemasangan Cylinder Hydrolic
 - Pemasangan Electromotor 1 HP 3 phase
 - Pemasangan bak olie
 - Pemasangan pompa olie
 - Pemasangan selang olie
 - Pemasangan Relief pengatur tekanan hidrolik
 - Pemasangan Pressure Gauge.



Gambar 8. Disain alat pelengkung system kempa hidrolik.



Gambar 9. Alat *Curved-press* hasil perbaikan dalam uji coba pembuatan glulam lengkung



Gambar 10. Komponen kempa bertekanan 200 kg/cm²

KESIMPULAN

1. Radius lengkung maksimum alat yang dibuat adalah 5 m, panjang busur lengkung 3,2 m dan tekanan maksimum alat 200 kg/cm².
2. Alat pelengkung kayu sistem kempa dingin yang dioperasikan dengan cara manual atau kempa hidrolik hanya dapat digunakan dalam pembuatan kayu lamina berstruktur lengkung.
3. Dengan cara manual menghasilkan kayu laminasi yang kurang baik karena pengempaan menggunakan tenaga manusia dengan cara mengencangkan draad pengencang
4. Hasil pengempaan dengan menggunakan kedua alat tersebut tergantung dari sifat fisis dan mekanis papan lamina yang akan dilengkungkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, Nurwati, O. Rachman dan Adi Santoso. 2007. Rekayasa alat Curved-Press untuk pembuatan balok lamina. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor. *Tidak diterbitkan*
- Darmawan T, Jayadi, Sudijono, I. Wahyuni, Y. Amin dan W. Dwianto. 2006. Modifikasi alat pelengkung kayu skala pilot dengan menggunakan pemanas. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis. Vol. 4 No. 1. Januari 2006. pp. 1-8.
- Prianto, A.H., W. Dwianto, dan Y. Amin. Metode Pemilihan Jenis untuk Kayu Lengkung I – Pengujian Lentur Statis pada Kondisi Pelunakan . Prosiding Seminar Nasional VII MAPEKI, Makasar 5-6 Agustus 2004.
- W.A. Chugg. 1964. The Theory and Practise ofThe Manufacture of Glued Laminated Timber Structures. Ernest Benn Limited. London.

LAMPIRAN



(a) Bak olie



(b) Selang olie



(c) Matres (cetakan *curved*) sebelum difinishing



(d) *Cylinder Hydrolic* berfungsi menekan matress



(f) Glulam lengkung yang terdelaminasi dikempa secara manual



(g) Glulam lengkung dikempa secara hidrolik



(h) Hasil pelengkungan glulam kayu jabon dan campuran jabon mahoni

SIFAT FISIS DAN APLIKASI *FIBERBRICK* TANDAN KOSONG SAWIT

Erwinskyah¹, Ori Ariyandi², Atika Afriani¹ dan Luthfi Hakim²

¹Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan 20158

²Universitas Sumatera Utara, Fakultas Kehutanan, Jl. Dr. Mansyur Medan

Korespondensi: erwinskyahmail@yahoo.com

ABSTRAK

Pemanfaatan serat tandan kosong sawit (TKS) sebagai bahan baku pembuatan *fiberbrick* tidak hanya memberikan nilai tambah dari produk samping pengolahan CPO, tetapi juga sebagai substitusi kayu yang semakin terbatas ketersediaannya. Penelitian ini bertujuan menganalisis sifat fisis dan aplikasi *fiberbrick* TKS serta mengetahui pengaruh ukuran serat TKS, konsentrasi perekat dan bobot serat terhadap *fiberbrick* yang dihasilkan. Pembuatan *fiberbrick* berukuran 19 x 7,5 x 4 cm dilakukan melalui proses kempa panas. Ukuran serat (serat panjang, serat pendek), konsentrasi perekat (20%; 30%; 40% dari total bobot serat) dan bobot serat (150; 225; 300 g) merupakan faktor perlakuan. Pengujian sifat fisik mengacu pada ASTM D143-94 (2000)e 1 dan uji kubur (*grave yard test*) mengacu pada SNI-01-7207-2006. Sedangkan, pengujian aplikasi *fiberbrick* meliputi uji karakterisasi pembakaran dengan metode *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA) dan pengujian bahan konstruksi ringan sebagai pengganti bata. Berdasarkan hasil analisis sifat fisis, *fiberbrick* dengan serat pendek dengan konsentrasi perekat 30% dari bobot serat 300 g menunjukkan stabilitas dimensi terbaik. Laju pembakaran *fiberbrick* serat pendek dan serat panjang sebesar 0,23 mg/min dan 0,26 mg/min dengan lama waktu menyala 60 menit. Hasil pengujian *fiberbrick* sebagai bahan konstruksi ringan menunjukkan bahwa *fiberbrick* TKS hanya dapat cocok untuk penggunaan interior. Dengan demikian, *fiberbrick* TKS dapat dijadikan sebagai sumber bahan bakar alternatif dan bahan konstruksi ringan.

Kata kunci: *fiberbrick*, tandan kosong sawit, fisis, laju pembakaran, konstruksi ringan

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu industri yang menjadi sorotan masyarakat dan diharapkan mampu menyeimbangkan kondisi lingkungan walaupun melimpahnya limbah yang dihasilkan. Selain memproduksi CPO, industri kelapa sawit juga menghasilkan sejumlah produk samping berupa limbah padat dan cair. Sekitar 25 juta ton tandan kosong sawit (TKS) di produksi di Indonesia pada tahun 2013 (Herawan & Rivani, 2013). Saat ini, pemanfaatan TKS pada saat ini masih sangat terbatas dan nilai ekonominya masih sangat rendah. Dahulu, TKS digunakan dibakar dalam *incinerator* sebagai bahan bakar dan abu sisa pembakaran digunakan sebagai pupuk. Tetapi, penggunaan *incinerator* saat ini sudah dilarang karena emisi berupa asap putih akibat kandungan air TKS yang tinggi (>60% dari total bobot TKS). Meskipun tidak merugikan kesehatan, asap putih menunjukkan dampak estetika yang kurang baik bagi lingkungan. Saat ini, sebagian besar (hampir 75%) digunakan sebagai mulsa organik di perkebunan, sebagai substrat untuk budidaya jamur atau dibiarkan membusuk serta dikembalikan ke kebun untuk memperbaiki struktur tanah. Teknik ini dapat mengurangi tumpukan TKS sementara, namun masih banyak TKS yang tersedia untuk dapat digunakan untuk tujuan yang lebih menguntungkan dan bernilai ekonomis tinggi, misalnya di industri olekimia, kertas, komposit dan *biofuel* (Chang, 2014).

TKS yang berasal dari pabrik memiliki ketersediaan sangat melimpah dengan jumlah 20-22% dari tandan buah segar (TBS) yang diolah, atau hampir sama dengan rendemen CPO (Erwinskyah and Bues, 2007). TKS sebagaimana biomassa lainnya merupakan salah satu sumber bahan baku yang penting untuk bahan kimia maupun material lainnya. Tandan kosong sawit, seperti pada kayu ataupun tanaman lainnya mengandung unsur kimiawi lemak, protein, selulosa, lignin dan hemiselulosa. Sebagai limbah yang

berlignoselulosa, TKS memiliki kadar selulosa yang tinggi, yaitu holoselulosa 67,88% dan alfa selulosa 32,12% dengan kadar serat sebanyak 72,67% dan kadar bukan serat sebanyak 27,33%.

TKS memiliki panjang serat rata-rata 0,74 mm dan diameter luar 10,14 μm serta tebal dinding 3,52 μm . Menurut IAWA (*International Association of Wood Anatomist*) serat TKS termasuk ke dalam serat pendek, sedang diameternya termasuk serat sedang menurut klasifikasi Klemm dan dapat disetarakan dengan kayu kelas mutu III. Serat yang termasuk ke dalam kelas mutu ini mempunyai serat berukuran pendek sampai sedang (Erwinsyah *et al.*, 2012). Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa TKS berpotensi sebagai bahan baku pembuatan *fiberbrick*. Kebutuhan produk panel seperti papan partikel, kayu lapis, papan semen, *medium density fiberboard* (MDF), *oriented strand board* (OSB) dan produk lainnya (*fiberbrick*) semakin meningkat seiring dengan kenaikan jumlah penduduk dan standar hidup di Indonesia. Sumber utama bahan baku produk panel tersebut berasal dari kayu tropis dan ketersediannya semakin terbatas.

TKS sebagai sumber lignoselulosa non-kayu dapat menjadi bahan baku alternatif untuk menunjang kelangsungan produksi industri panel-panel kayu (Kong *et al.*, 2014). Selain itu, dalam upaya diversifikasi produk berbahan baku limbah padat kelapa sawit, *fiberbrick* merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah dan nilai ekonomis serat TKS. *Fiberbrick* adalah salah satu produk komposit berupa biomasa yang dipadatkan dan dibentuk dengan berbagai tujuan penggunaannya salah satunya sebagai substitusi batu bata yang berbahan baku serat. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan TKS sebagai bahan baku pembuatan *fiberbrick* dengan menggunakan serat TKS sebagai *filler* (pengisi) dan tepung kanji sebagai perekat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sifat fisis *fiberbrick* TKS dan menganalisis aplikasi penggunaannya sebagai bahan konstruksi ringan serta karakteristik pembakarannya sebagai sumber energi alternatif.

METODE PENELITIAN

Persiapan Bahan Baku Serat TKS

TKS diuraikan dengan menggunakan mesin pengurai serat dan dikeringkan di udara terbuka. Serat panjang berukuran 5-20 cm diproduksi dengan menggunakan mesin EFB *fiberizer* untuk pembuatan *fiberbrick* serat panjang. Sedangkan serat pendek berukuran 3-5 cm diproduksi menggunakan mesin EFB *chipper* untuk pembuatan *fiberbrick* serat pendek.

Penyediaan Bahan Perekat

Tepung kanji digunakan sebagai perekat dalam pembuatan *fiberbrick*. Tepung kanji merupakan jenis perekat yang larut dalam air. Konsentrasi perekat yang diaplikasikan dalam pembuatan kedua jenis *fiberbrick* adalah 20%, 30% dan 40% dari bobot serat masing-masing *fiberbrick* berturut-turut 125 g, 225 g dan 300 g. Aplikasi perekat kanji dilakukan dengan cara melarutkan tepung kanji dengan air menurut konsentrasinya.

Pembuatan *Fiberbrick* TKS

Fiberbrick dibuat dengan ukuran panjang 19 cm, lebar 7,5 cm dan tinggi 4 cm. Serat TKS dicampur dengan perekat kanji kemudian diaduk hingga merata. Adonan serat TKS dan perekat dimasukkan ke dalam cetakan pada mesin kempa. Selanjutnya, adonan tersebut dikempa dengan tekanan 25-30 kgf/cm^2 pada suhu 120 $^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit untuk masing-masing *fiberbrick* sesuai ukuran serat, bobot serat dan konsentrasi perekat. *Fiberbrick* yang sudah dicetak dilakukan pengkondisian. Pengkondisian dilakukan selama 14 hari pada suhu kamar untuk menyeragamkan kadar air dan menghilangkan tegangan sisa setelah pengempaan.

Pengujian Sifat Fisis *Fiberbrick* TKS

Pembuatan contoh uji dan pengujian sifat fisis *fiberbrick* meliputi kadar air, kerapatan, daya serap air dan pengembangan volume mengacu pada ASTM D143-94 (2000) e 1 sedangkan pengujian ketahanan *fiberbrick* terhadap rayap tanah dilakukan melalui uji kubur (*Grave Yard Test*) untuk menentukan kelas ketahanan terhadap rayap yang mengacu pada SNI-01-7207-2006. Uji kubur menyatakan persentase penurunan berat setelah dilakukan penguburan di dalam tanah selama 100 hari. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%.

Pengujian Aplikasi Penggunaan *Fiberbrick* TKS

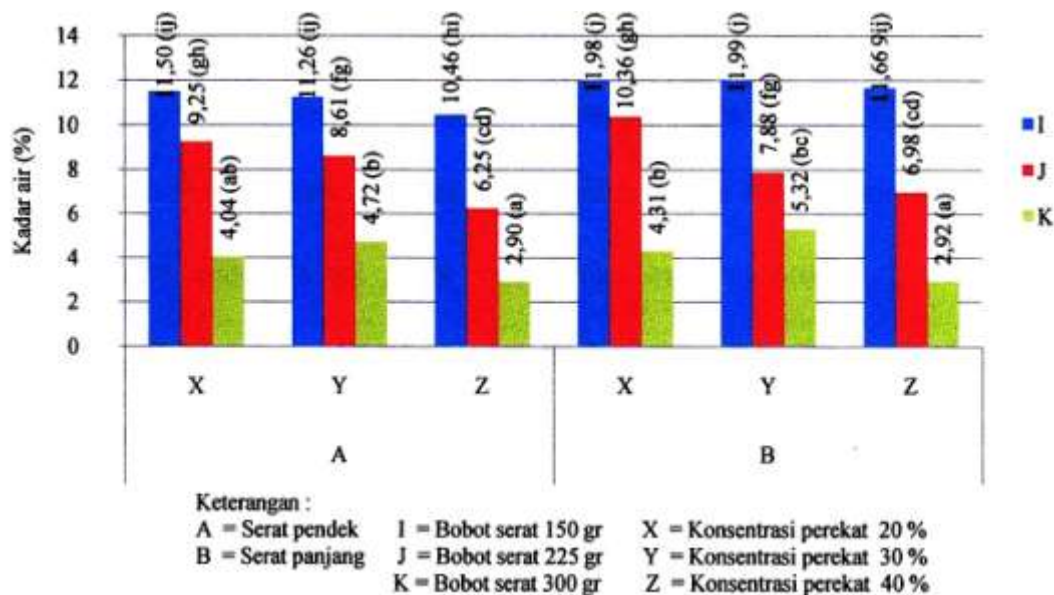
Fiberbrick yang digunakan untuk aplikasi merupakan *fiberbrick* dengan nilai rata-rata sifat fisis terbaik berdasarkan ukuran serat TKS. Pengujian karakteristik pembakaran dilakukan dengan metode *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA). Selama proses pembakaran akan dilakukan pengamatan suhu dan waktu yang dibutuhkan sampai *fiberbrick* habis dan menjadi abu.

Pengujian *fiberbrick* sebagai bahan konstruksi ringan dilakukan melalui pembuatan dinding bangunan contoh yang terbuat dari *fiberbrick* dan dilakukan penilaian performa dinding *fiberbrick* yang digunakan pada dinding konstruksi ringan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan *fiberbrick* sebagai substitusi batu bata dalam konstruksi bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

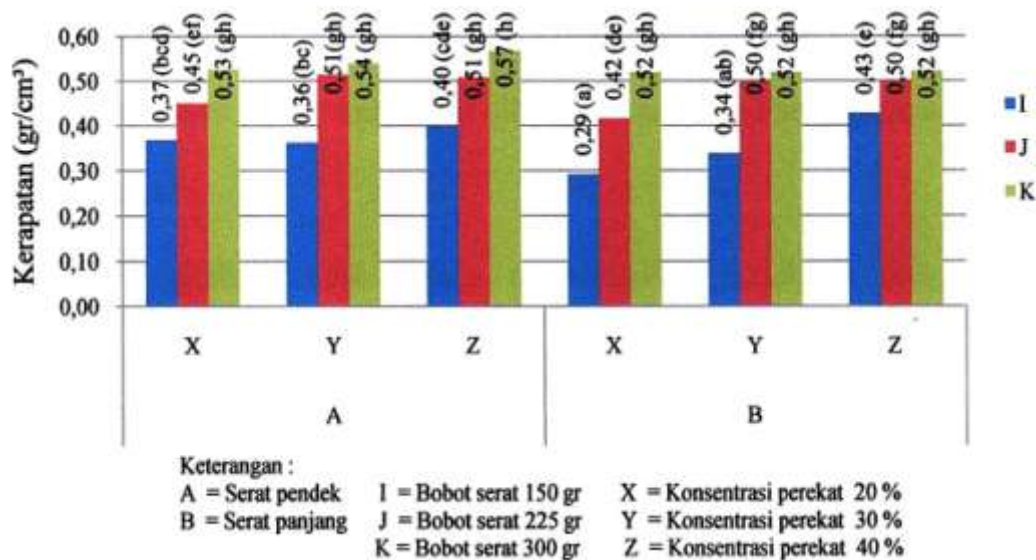
Sifat Fisis *Fiberbrick* TKS

Ukuran serat TKS, bobot serat dan konsentrasi perekat berpengaruh signifikan terhadap sifat fisis *fiberbrick* TKS yang dihasilkan. Berdasarkan hasil analisis sifat fisis, *fiberbrick* TKS serat pendek dengan konsentrasi perekat 30% dari bobot serat 300 g menunjukkan stabilitas dimensi terbaik. Hal ini dapat dilihat dari kadar air, kerapatan, daya serap air dan nilai pengembangan volume *fiberbrick* TKS serat pendek berturut-turut 2,89%, 0,56 g/cm³, 8,29% dan 26,7%. Menurut sifat fisis tersebut, *fiberbrick* TKS dengan kadar air, daya serap air dan nilai pengembangan yang rendah namun memiliki kerapatan yang cukup tinggi telah memenuhi standar JIS A 5908-2003 untuk papan partikel komersial. Secara umum, *fiberbrick* TKS serat pendek memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan *fiberbrick* TKS serat panjang berdasarkan hasil analisis sifat fisisnya.



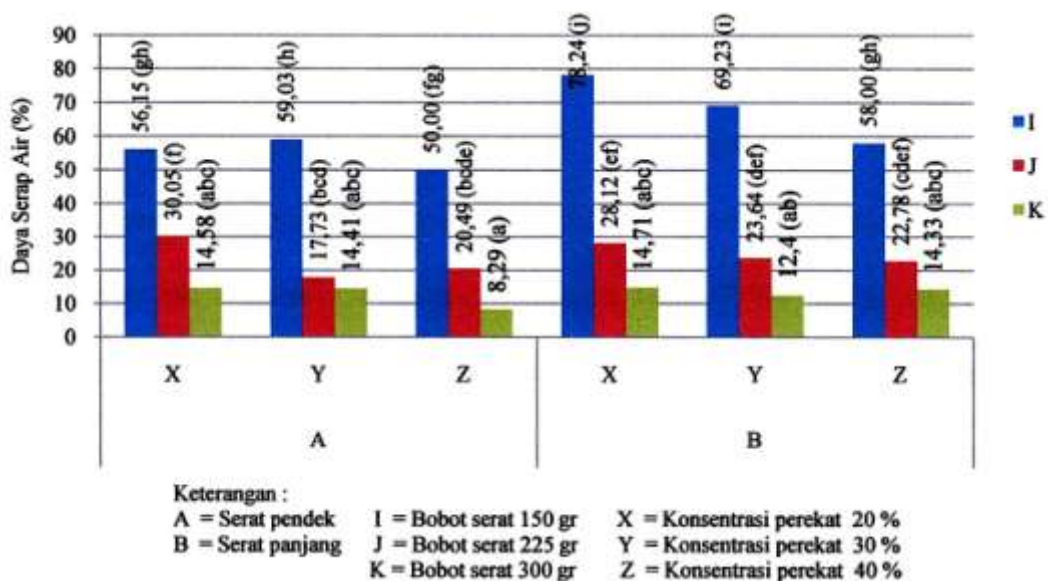
Gambar 1. Kadar air *fiberbrick* TKS

Peningkatan penggunaan konsentrasi perekat dan bobot serat menunjukkan penurunan nilai kadar air (Gambar 1). Hal ini disebabkan pencampuran perekat dengan serat akan saling mengisi rongga sehingga kadar air terikat dalam rongga antar serat akan lebih rendah. Bobot serat yang tinggi mempengaruhi komposisi *fiberbrick* sehingga rongga yang terbentuk pada *fiberbrick* dan kadar air semakin rendah. Lapisan perekat pada seluruh permukaan serat TKS mampu menghambat peningkatan kadar air selama proses pembuatan *fiberbrick* karena serat lignoselulosa bersifat higroskopis dan kadar air dapat berubah sesuai dengan kondisi kelembapan udara sekitarnya.



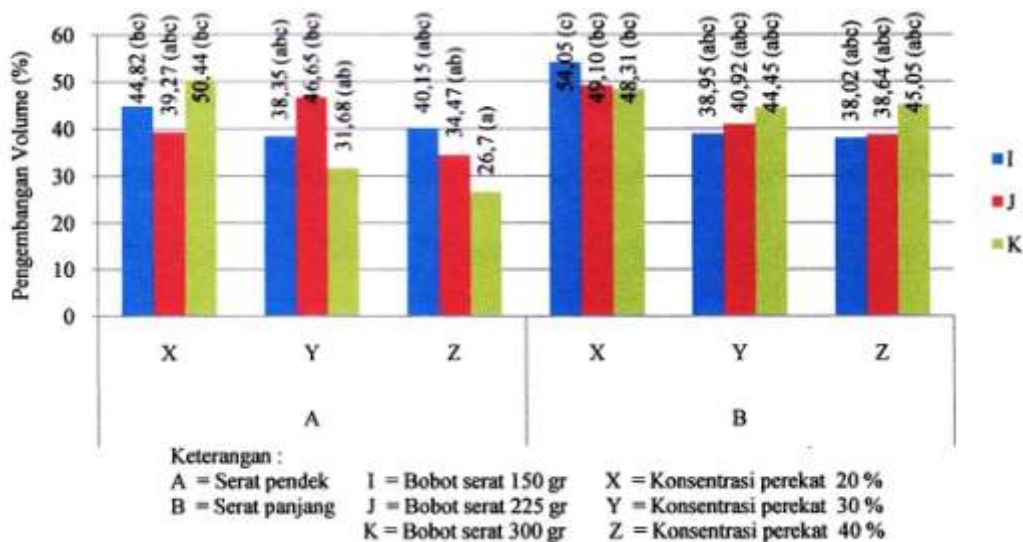
Gambar 2. Kerapatan fiberbrick TKS

Peningkatan konsentrasi perekat dan bobot serat berbanding lurus dengan nilai kerapatan fiberbrick TKS (Gambar 2). Tekanan optimum saat proses pengempaan menyebabkan penyebaran serat di dalam fiberbrick merata dan homogen. Selain itu, kerapatan yang tinggi menurunkan persentase rongga antar serat dan meminimalisasi masuknya molekul air karena ikatan molekul partikel serat TKS dan perekat yang terbentuk sangat kuat.



Gambar 3. Daya serap air fiberbrick TKS

Ukuran serat TKS pendek dan konsentrasi perekat yang tinggi mampu mengurangi daya serap air fiberbrick TKS (Gambar 3). Lapisan perekat di permukaan serat TKS dapat berfungsi sebagai pelindung dan mampu menurunkan kemampuan partikel serat untuk menyerap air. Menurut Jasni (2004), selain sifat serat TKS yang higroskopis, faktor lain yang mempengaruhi proses penyerapan air pada produk-produk panel berbasis serat alam antara lain volume ruang kosong antar partikel, saluran kapiler penghubung antar ruang kosong, luas kapiler yang tidak tertutupi perekat dan kedalaman penetrasi perekat. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ukuran serat, bobot serat dan konsentrasi perekat berpengaruh nyata terhadap kadar air, kerapatan dan daya serap air fiberbrick TKS.

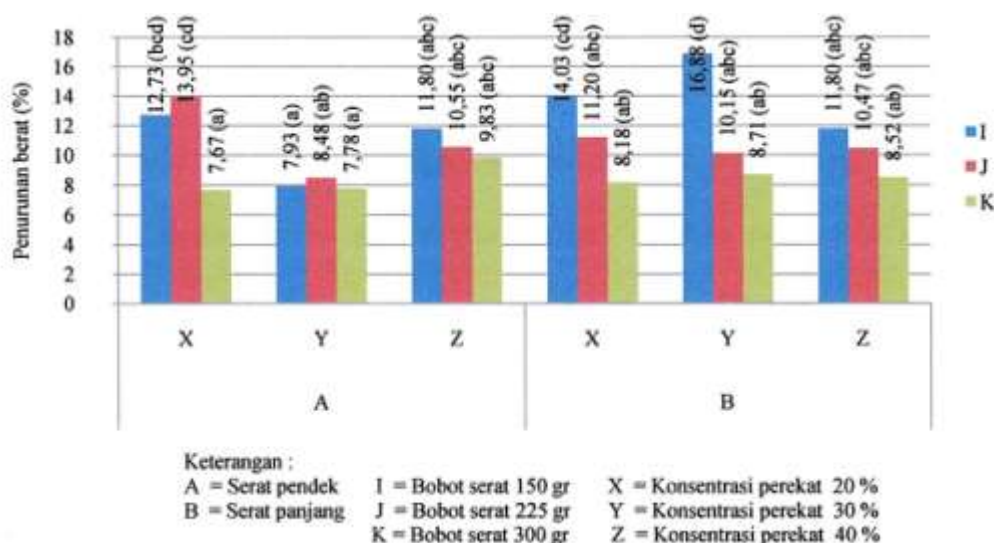


Gambar 4. Persentase pengembangan volume *fiberbrick* TKS

Nilai pengembangan volume sangat mempengaruhi kestabilan dimensi *fiberbrick* TKS. Apabila nilai pengembangan volume tinggi maka stabilitas dimensi yang dihasilkan rendah. Gambar 4 menunjukkan penggunaan konsentrasi perekat yang tepat dapat menghambat terjadinya pengembangan volume karena perekat dapat meningkatkan kerapatan dan mengurangi penyerapan air. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Widarmana (2001) bahwa kerapatan papan partikel yang tinggi dengan aplikasi perekat yang tepat menyebabkan ikatan antar partikel semakin kompak sehingga rongga udara pada papan partikel semakin kecil sehingga air sulit mengisi rongga antar serat papan partikel. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ukuran serat, bobot serat dan konsentrasi perekat tidak berpengaruh nyata terhadap persentase pengembangan volume *fiberbrick* TKS.

Ketahanan *Fiberbrick* TKS terhadap Rayap Tanah

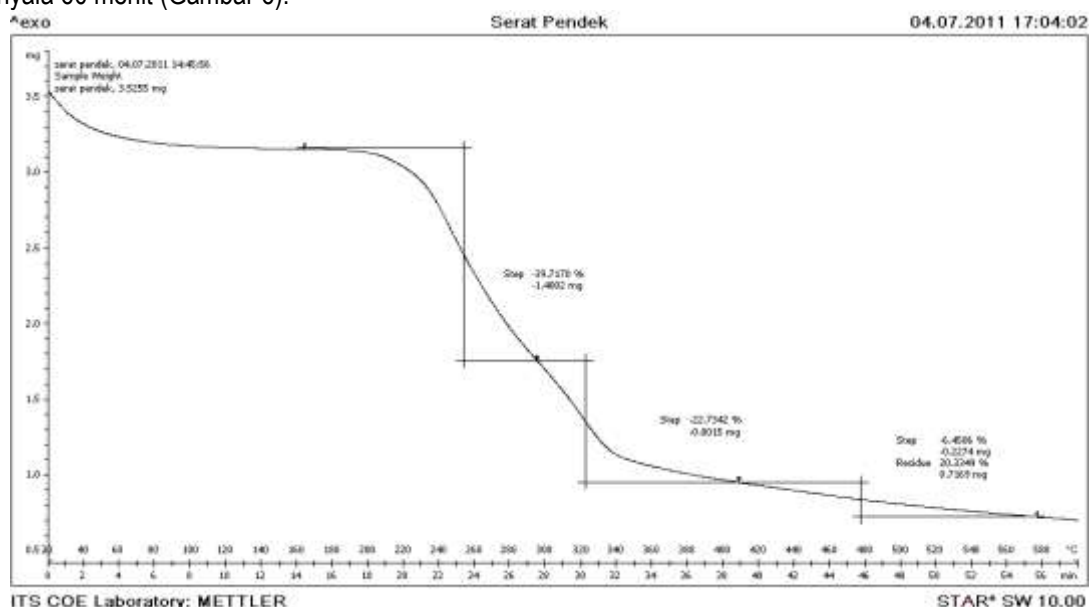
Berdasarkan uji kubur (*grave yard test*), nilai rata-rata persentase penurunan bobot *fiberbrick* TKS berkisar antara 7,67-16,88% (Gambar 5). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ukuran serat, bobot serat dan konsentrasi perekat berpengaruh nyata terhadap persentase penurunan bobot *fiberbrick* TKS. Serat TKS yang mengandung lignoselulosa sangat rentan terhadap serangan rayap tanah. Peningkatan kadar perekat dapat meminimalisasi persentase penurunan bobot *fiberbrick* TKS. Dengan demikian, *fiberbrick* TKS termasuk ke dalam kelas III-IV (ketahanan sedang sampai dengan buruk) berdasarkan SNI 01-7207-2006.



Gambar 5. Persentase penurunan berat *fiberbrick* terhadap uji kubur

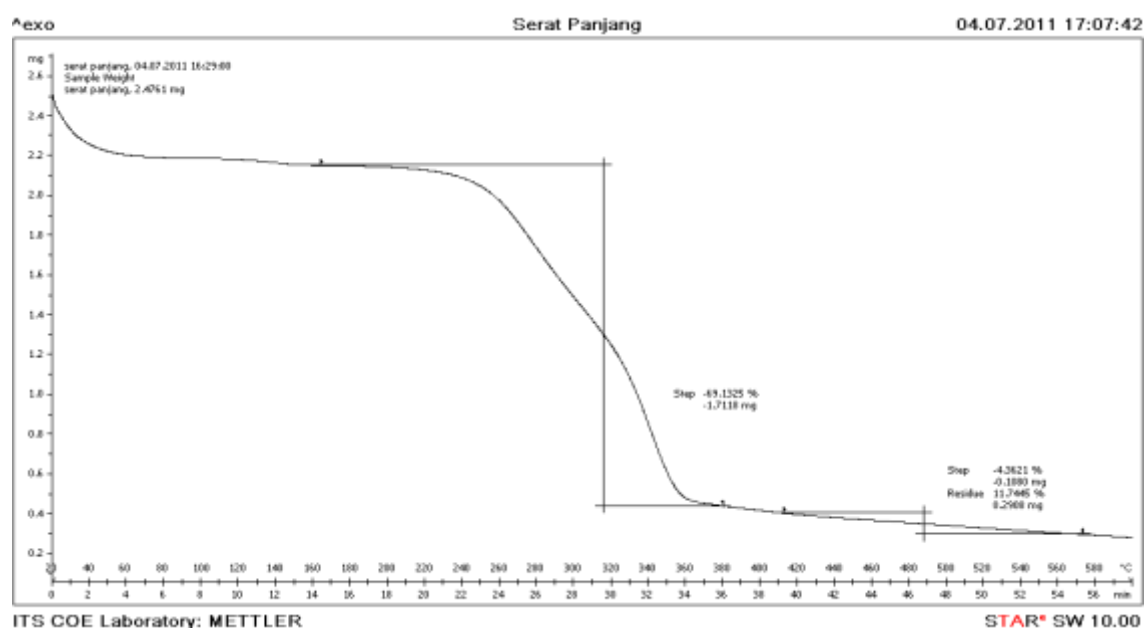
Karakteristik Pembakaran *Fiberbrick* TKS

Pada awal pengujian, penurunan massa terjadi secara lambat. Pada zona devolatilisasi terjadi penurunan massa yang sangat cepat. Sedangkan pada zona pengarangan terjadi penurunan massa yang melambat kembali. Zona pembakaran terjadi pada menit ke-39 hingga menit ke-60. Laju pembakaran *fiberbrick* TKS serat pendek sebesar 0,23 mg/ min dan kadar abu sebesar 20,34% dengan lama waktu menyala 60 menit (Gambar 6).



Gambar 6. Grafik karakteristik pembakaran *fiberbrick* TKS serat pendek

Laju pembakaran *fiberbrick* TKS serat panjang sebesar 0,26 mg/min dan kadar abu sebesar 11,74% dengan lama waktu menyala 60 menit (Gambar 7). Secara keseluruhan kedua sampel memiliki suhu pembakaran yang sama yakni 165°C. Rongga antar serat *fiberbrick* TKS serat panjang yang lebih renggang dibandingkan *fiberbrick* TKS serat pendek menyebabkan *fiberbrick* TKS serat panjang lebih mudah terbakar. *Fiberbrick* TKS memiliki laju pembakaran relatif lebih besar bila dibandingkan dengan semua jenis briket. Kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh struktur bahan serta keras dan lunaknya bahan.



Gambar 6. Grafik karakteristik pembakaran *fiberbrick* TKS serat panjang

FiberbrickTKS sebagai Bahan Konstruksi Ringan

Salah satu syarat yang harus diperhatikan dalam pembuatan batu bata adalah persentase daya serap air. *Fiberbrick* TKS memiliki daya serap air yang tinggi dibandingkan batu bata pada umumnya. Nilai daya serap air batu bata menurut Ghazali (2009) adalah <3% sedangkan hasil analisis sifat fisis *fiberbrick* TKS berkisar antara 8,29-14,33%. Perbedaan nilai yang besar disebabkan oleh bahan baku penyusun *fiberbrick* (serat alam) maupun batu bata (tanah liat).

Aplikasi yang memungkinkan yakni pada penggunaan interior dan digunakan pada bagian atas dinding untuk konstruksi ringan. Contoh dinding *fiberbrick* TKS yang diletakkan di dalam ruangan pada suhu kamar menunjukkan tidak ada perubahan dimensi yang signifikan karena kadar air yang relatif rendah pada adonan beton yang masih dapat ditahan ikatan molekul perekat *fiberbrick* TKS. Ikatan antar molekul perekat dengan serat TKS akan menghalangi penetrasi air ke dalam rongga antar serat *fiberbrick* TKS.

KESIMPULAN

Fiberbrick serat pendek dengan konsentrasi perekat 30% dari bobot serat 300 gr memiliki stabilitas dimensi yang paling baik ditinjau dari sifat fisisnya meliputi kadar air, kerapatan, daya serap air dan nilai pengembangan volume. Ukuran serat TKS, bobot serat dan konsentrasi perekat berpengaruh signifikan terhadap sifat fisis *fiberbrick* yang dihasilkan. *Fiberbrick* termasuk ke dalam kelas III-IV (sedang – buruk) dengan nilai 7,67-16,88% berdasarkan tingkat penurunan berat dan ketahanan rayap tanah melalui uji kubur (*grave yard test*). *Fiberbrick* lebih tepat diaplikasikan sebagai briket karena memiliki nilai kadar abu yang relatif rendah dengan lama waktu pembakaran 60 menit. *Fiberbrick* memiliki karakter kurang baik apabila diaplikasikan sebagai substitusi batu bata tetapi masih memungkinkan untuk penggunaan interior sebagai bahan konstruksi ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material. 2000. American Society for Testing and Material (ASTM) D 143-94. United States.
- Chang, S.H. 2014. An Overview of Empty Fruit Bunch from Oil Palm as Feedstock for Bio-oil Production. *Biomass & Bioenergy* (2014): 1-8.
- Erwinsyah, C.-T. Bues and C. Richter. 2007. Thermal insulation material made from oil palm empty fruit bunch fibres. *Biotropia Journal* Vol. 14 No. 1. June 2007. pp 32-50
- Erwinsyah, S. Sugesty dan T. Hidayat. 2012. Aplikasi Enzim Lipase Pada Pulp Tandan Kosong Sawit Untuk Kertas Cetak, Moulding Dan Media Tanam Kecambah Kelapa Sawit. Prosiding INSINAS 2012.
- Ghazali, M. 2009. Teknik dan Metode Pembuatan Batu Bata. Citra Media Pustaka, Jakarta.
- Herawan, T. dan M. Rivani. 2013. Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit untuk Produksi *Green Product*. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2013. JCC Jakarta 7-9 Mei 2013. ISBN 978-602-7539-16-7. Hal. 181- 190.
- Jasni, P. 2004. Aplikasi Panas sebagai Alternatif untuk Mengawetkan Kayu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 2(1): 54-61.
- Kong, SH., Loh SK., Bachmann RT., Rahim SA. And Salimon J. 2014. Biochar from Oil Palm Biomass: A Review of Its Potential and Challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (30): 729-739.
- SNI-01-7207-2006: *Kelas Ketahanan Kayu Terhadap Rayap Tanah (Grave Yard Test)*.
- Widarmana, S. 2001. Panil-panil Berasal dari Kayu sebagai Bahan Bangunan. Prosiding Seminar Persaki. Bogor 23-24 Juni 2001. Pengurus Pusat Persaki.

IDENTIFIKASI SENYAWA AKTIF *TAXUS SUMATRANA* DENGAN KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS

Gunawan Pasaribu¹ dan Adi Susilo²

¹Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan

²Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang identifikasi senyawa aktif dan fitokimia pada ekstrak daun, ranting dan kulit *Taxus sumatrana* yang berasal dari Tana Karo, Sumatera Utara. Identifikasi senyawa dilakukan dengan kromatografi lapis tipis (KLT). Hasil pengujian kualitatif fitokimia menunjukkan bahwa ketiga ekstrak (daun, ranting dan kulit) mengandung flavonoid, tanin, saponin, triterpenoid dan hidrokuinon. Identifikasi senyawa dengan KLT menunjukkan bahwa senyawa pada daun dan ranting adalah senyawa baccatin III, sementara senyawa pada kulit *Taxus sumatrana* adalah senyawa 10-deacetyl baccatin III. Kedua senyawa ini merupakan senyawa antara (prekursor) senyawa taxane/taxol.

Kata kunci: *Taxus sumatrana*, senyawa, fitokimia, KLT

PENDAHULUAN

Taxus sumatrana (Miquel) de Laub atau dikenal dengan nama Chinese yew, menurut beberapa pustaka tersebar di beberapa Negara yang memiliki hutan sub-tropis seperti Afghanistan, Tibet, Nepal, India, Vietnam, Burma, Taiwan, Pakistan dan China. Umumnya di daerah tersebut ditemukan pada ketinggian 400 – 3.100 m dpl. Jenis ini banyak memiliki varietas dan salah satu diantaranya yaitu *T. sumatrana* var. *sumatrana* ditemukan di Indonesia yaitu di Sulawesi dan Sumatera. Di Indonesia jenis ini dikenal dengan nama Sumatran yew atau di Tana Karo (Sumatra Utara) dikenal dengan “tampinur batu”. Jenis yang merupakan pohon ini mencapai tinggi 30 meter dan memiliki penampilan daun majemuk berukuran kecil, seperti tampilan daun dari jenis Podokarpus.

Dalam pustaka tumbuhan berguna Indonesia (Heyne, 1987) tidak ditemukan ulasan mengenai jenis ini, meskipun di beberapa pustaka disebutkan bahwa jenis ini dapat ditemukan di daerah pegunungan dan hutan lumut dengan ketinggian dari 650 hingga 3.000 m dpl. Varietas ini juga dapat ditemukan di Thailand, China, Taiwan, dan Philippina. Tidak diketahui apakah jenis yang ada di Sulawesi juga memiliki varietas yang sama karena menurut beberapa pustaka kemungkinan merupakan varietas *T. Celebica*. Disebutkan pula bahwa jenis *T. sumatrana* var. *concolorata* Spjut ditemukan di Palembang (Sumatera Selatan) pada ketinggian 1.000 m dpl. Pustaka lain menyatakan bahwa jenis ini hanya ditemukan di Indonesia pada ketinggian 1.500 – 2.300 m dpl. Jenis *Taxus* di Vietnam, yaitu *T. chinensis* and *T. wallichiana*, oleh World Conservation Monitoring Centre (WCMC) dikategorikan ke dalam jenis yang terancam.

Kajian taksonomi jenis *Taxus* di Indonesia belum banyak dilakukan meskipun diketahui ada sekitar 24 spesies dan 55 varietas *Taxus* yang sudah dibakukan dalam kunci identifikasi menggunakan karakteristik morfologi (Spjut, 2007a, 2007b). Selain itu juga telah dilakukan kajian rinci untuk memisahkan genus, spesies dan varietas yang dilakukan menggunakan metode chemotaxonomy (van Rozendaal, 1999, 2000). Spesies ini dibedakan berdasarkan karakteristik morfologinya yang diduga menjadi pembeda berdasarkan dari perbedaan ekologi. Anatomi daun dan perbedaan senyawa kimia pembentuk pada umumnya dapat dilihat dari warna yang berbeda pada tiap-tiap daun (Spjut 2007a, 2007b).

Kajian etnobotani di Himalaya menyebutkan bahwa jenis ini umum dimanfaatkan kayunya untuk membuat perkakas rumah tangga dan juga kerangka panah. Kulit kayunya bisa digunakan untuk bahan pewarna merah. Selain itu juga digunakan dalam ritual keagamaan di bagian tenggara kawasan Himalaya. Masyarakat Hindu Brahmana menggunakan bubuk kulit kayu dicampur dengan minyak untuk ditempelkan pada kening mereka untuk membentuk titik atau bulatan berwarna merah. Kajian etnobotani di Indonesia untuk jenis *Taxus* sampai sejauh ini masih belum banyak dilakukan.

Status *Taxus sumatrana* menurut IUCN berada pada daftar merah (*Red list least concern species*). Daftar ini menunjukkan bahwa diperlukan perhatian khusus untuk menyelamatkan keberadaan jenis ini. Dari hasil penelitian yang dilakukan di Gunung Kerinci, Jambi dan Dolok Sibuaton, Sumatera Utara terlihat bahwa regenerasi alam dari *Taxus sumatra* cukup baik.

Penelitian kandungan bioaktif *Taxus sumatrana* dari Gunung Kerinci, TNKS sudah pernah dilakukan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bahan ekstrak diambil dari bagian kulit batang, daun dan ranting. Evaluasi potensi ekstrak etanol *Taxus sumatrana* sebagai anti kanker dengan pengujian aktivitas antioksidan (*cancer preventive agent*) dengan metode *DPPH free radical scavenger*), *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dan pengujian menggunakan sel kanker Leukaemia L1210. Hasil pengujian aktivitas antioksidan untuk ekstrak etanol *Taxus sumatrana* aktivitas tertinggi adalah dari ekstrak kulit batang (8 ppm). Hasil BSLT memiliki aktivitas tertinggi juga dari ekstrak kulit batang ($LC_{50} = 1,0$ ppm). Hasil pengujian dengan sel kanker Leukaemia L1210 diperoleh dari ekstrak daun ($IC_{50} = 45.7$ ppm) (Artanti, dkk, 2003)

Hasil penelitian Rumampuk dkk. (2006) menemukan adanya bakteri endofitik aktif pada *T. sumatrana* dapat menghambat bakteri *Salmonella paratyphi A*, jamur *Microsporum sypseum* dan *Trychophyton sp.* Uji sitotoksik juga menyatakan bahwa positif terhadap reaksi menghambat *cell line* dari kanker payudara. Namun demikian tidak dijelaskan secara rinci apakah jenis *Taxus* tersebut merupakan varietas yang ada di Indonesia.

Beberapa peneliti Indonesia sudah mempublikasikan temuan mereka tentang mikroba endofitik yang diambil dari pohon *Taxus* yang berpotensi sebagai penghambat beberapa penyakit seperti untuk anti tumor/kanker, anti tuberkulosis dan lain-lainnya (Rumampuk dkk. 2006). Biak sel dan jaringan tanaman merupakan alternative untuk memproduksi metabolit sekunder secara *in-vitro*. Sampai saat ini metabolit sekunder di ekstrak langsung dari tanamannya dan hal ini kurang efisien untuk komersialisasi produk dengan skala besar. Terutama jika keberadaan tanaman jauh dari lokasi untuk proses pengolahannya. Ekstraksi taxol dari jenis *Taxus brevifolia* memerlukan pohon yang sudah berumur lebih dari 50 tahun (Pasific yew). Diperlukan 12 pohon untuk mengobati satu pasien saja. Biak atau kultur sel dan jaringan tanaman merupakan satu-satunya cara untuk memperoleh metabolit sekunder agar menghindari terjadinya penurunan populasi jenis tersebut di habitat alaminya.

Pada tulisan ini akan disajikan kandungan fitokimia dan senyawa aktif menggunakan kromatografi lapis tipis pada bagian daun, ranting dan kulit *Taxus sumatrana*.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan penelitian berupa kulit kayu, daun dan ranting *Taxus sumatrana* yang diambil dari Kawasan Dolok Sibuaton, Kab. Tana Karo, Sumatera Utara. Bahan lain yang dibutuhkan antara lain : etanol, metanol, kloroform, aquades, eter, NH_4OH , $NaOH$, HCl , H_2SO_4 , kertas saring, anhidrida asetat, pereaksi Meyer, Dragendrof, Wagner, dan standar taxol (baccatin III).

Peralatan yang diperlukan antara lain *hammer mill*, alat-alat gelas, alat-alat ekstraksi, *rotary vacuum evaporator*, botol uji, pipet ukur, mikropipet, neraca analitik, labu pemisah, inkubator, spektrofotometer, KLT.

Metode Penelitian

1. Penyiapan bahan

Bahan penelitian berupa kulit kayu, daun dan ranting diperoleh dari pohon berdiri sebanyak 5 kg. Sampel selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu $\pm 50^\circ C$. Bagian daun dan ranting diambil dari bagian percabangan pohon.

2. Ekstraksi

Kulit kayu digiling menggunakan *hammer mill* dan disaring untuk menghasilkan serbuk 40-60 mesh. Sampel serbuk diekstraksi secara maserasi (perendaman) dengan metanol. Ekstrak kemudian disaring dan dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator*.

Rendemen ekstrak dihitung dengan rumus :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{bobot ekstrak pekat (g)}}{\text{bobot sampel yg diekstrak (g)}} \times 100\%$$

3. Uji Fitokimia Ekstrak

- a. Uji alkaloid
Sebanyak 2 g contoh ditambah 10 ml kloroform dan beberapa tetes amoniak. Fraksi kloroform dengan cara menghisap fraksi kloroform perlahan-lahan dengan pipet tetes. Selanjutnya fraksi kloroform diasamkan dengan H_2SO_4 2M. Fraksi H_2SO_4 diambil kemudian ditambahkan pereaksi Meyer, Dragendorf, Wagner. Jika terdapat endapan putih dengan pereaksi Meyer, endapan merah jingga dengan pereaksi Dragendorf dan endapan coklat dengan pereaksi Wagner, maka positif terdapat alkaloid.
- b. Uji saponin
Sebanyak 1 g contoh ditambah air secukupnya dan dipanaskan selama 5 menit. Setelah itu didinginkan dan dikocok kuat. Adanya saponin ditandai dengan timbulnya busa yang stabil selama 10 menit.
- c. Uji flavonoid
Sebanyak 1 g contoh ditambah metanol sampai terendam lalu dipanaskan. Filtrat diuji pada spot plate. Jika setelah ditambahkan NaOH 10% (b/v) timbul warna merah, maka positif terdapat flavonoid.
- d. Uji triterpenoid atau steroid
Sebanyak 2 g contoh ditambahkan 25 ml etanol lalu dipanaskan dan disaring. Filtrat diuapkan lalu ditambah eter. Lapisan eter dipipet dan diuji pada spot plate. Jika ditambahkan pereaksi Liberman Buchard (3 tetes) terbentuk warna merah/ungu, positif mengandung triterpenoid. Jika terbentuk warna hijau, maka positif mengandung steroid.
- e. Uji tanin
Sebanyak 10 g contoh ditambah air, lalu dididihkan selama beberapa menit, kemudian disaring. Filtrat ditambah FeCl_3 1% (b/v). Jika terbentuk warna biru atau hitam kehijauan, maka positif mengandung tanin.
- f. Uji hidroquinon
Sebanyak 1 g contoh ditambah metanol sampai terendam lalu disaring. Kemudian ditambahkan NaOH sebanyak 1 tetes. Terbentuknya warna merah menunjukkan ekstrak positif mengandung hidroquinon.

4. Identifikasi Senyawa Aktif

Ekstrak kasar metanol kemudian ditambahkan dengan sedikit metanol dan air (1:10 v/v), ke labu pemisah ditambahkan diklorometane (CH_2Cl_2) dan dikocok. Eluat diklorometan akan berada di bagian bawah labu pemisah, kemudian dipisahkan khusus eluat diklorometan. Proses ini diulang sebanyak 3 kali dan eluatnya disatukan. Untuk menyerap air sisa, ditambahkan Na_2SO_4 . Taxane/taxol dan beberapa prekursornya akan terdapat di eluat diklorometan ini. Kandungan senyawa taxol/prekursornya dibandingkan dengan standar autentik melalui kromatografi lapis tipis (KLT). Eluen yang digunakan adalah metanol:kloroform:asam asetat glacial=9:1:0,1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstrak

Rendemen ekstrak daun, kulit dan ranting *Taxus sumatrana* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen ekstrak kasar *Taxus sumatrana*

No	Bagian Pohon	Rendemen (%)
1	Daun	8,80
2	Kulit	20,50
3	Ranting	11,75

Berdasarkan nilai rendemen yang diperoleh, diketahui bahwa rendemen ekstrak pada bagian kulit lebih tinggi dari pada bagian ranting dan daun. Rendemen ekstrak bagian kulit ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan rendemen ekstrak kulit kayu pada umumnya yang berkisar antara 10-20 %. (Haygreen & Bowyer, 1985).

Analisa Fitokimia

Analisis fitokimia merupakan salah satu cara untuk mengetahui kandungan kualitatif senyawa metabolit sekunder dari suatu bahan alam. Golongan utama dari senyawa aktif ekstrak tumbuhan dapat diketahui melalui analisis ini. Pengujian fitokimia dilakukan pada ekstrak kasar daun, kulit dan ranting *Taxus sumatrana*.

Hasil pengujian kualitatif fitokimia disajikan pada Tabel 2. Secara umum ekstrak ketiga bagian pohon ini mengandung flavonoid, tanin, saponin, triterpenoid dan hidrokuinon.

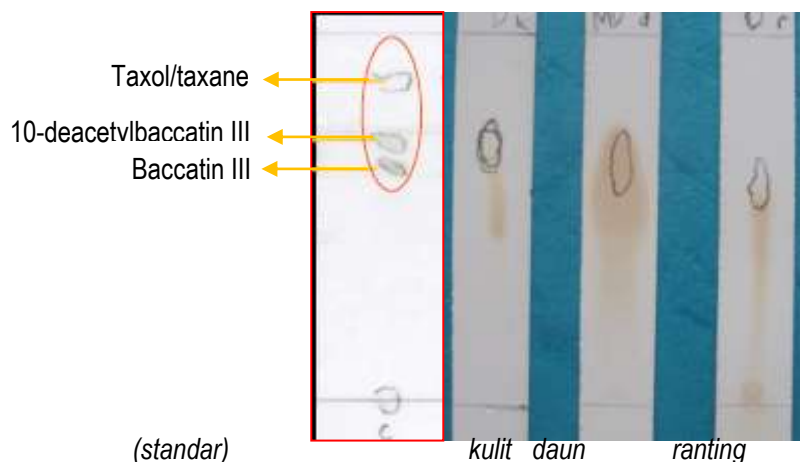
Tabel 2. Hasil uji fitokimia ekstrak

Senyawa	Daun	Kulit	Ranting
Flavonoid	+	+	+
Tanin	+	+	+
Saponin	+	+	+
Triterpenoid	+	+	+
Steroid	-	-	-
Hidrokuinon	+	+	+
Alkaloid:			
Dragendorf	-	-	-
Wagner	-	-	-
Meyer	-	-	-

Keterangan : (-): tidak terdeteksi; (+): positif

Isolasi dan Kromatografi Lapis Tipis

Profil kromatografi lapis tipis (KLT) pada kulit, daun dan ranting *Taxus sumatrana* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Profil kromatografi lapis tipis (KLT) pada kulit, daun dan ranting

Dari hasil profil KLT standar diketahui informasi nilai *retention factor* (R_f) taxol/taxane adalah 0,77, sementara 10-deacetyl baccatin III memiliki nilai R_f = 0,69 dan Baccatin III memiliki nilai R_f = 0,65. R_f adalah perbandingan antara jarak yang ditempuh oleh senyawa dengan jarak tempuh eluen.

Jika dilakukan overlaying pada KLT kulit, daun dan ranting, dimana kulit memiliki nilai R_f 0,69 sehingga senyawa pada kulit *Taxus* diduga kuat adalah senyawa 10-deacetyl baccatin III. Sementara nilai R_f daun dan ranting masing-masing 0,65 dan 0,62 menunjukkan dugaan kuat bahwa senyawanya adalah baccatin III.

Senyawa 10-deacetyl baccatin III dan baccatin III merupakan prekursor senyawa taxol/taxane atau merupakan senyawa antara.

KESIMPULAN

Pengujian kualitatif fitokimia menunjukkan bahwa ketiga ekstrak (daun, ranting dan kulit) *Taxus sumatrana* mengandung flavonoid, tanin, saponin, triterpenoid dan hidrokuinon. Identifikasi senyawa dengan KLT menunjukkan bahwa senyawa pada daun dan ranting adalah senyawa baccatin III, sementara senyawa pada kulit adalah senyawa 10-deacetylaccatin III. Kedua senyawa ini merupakan senyawa antara (prekursor) senyawa taxane/taxol.

DAFTAR PUSTAKA

- Artanti, N., Djamilah, Lotulung, P.D, Liswidowati, Minarti, Hanafi, M., Kardono, L.B.S, dan Darmawan, A. 2003. Evaluasi Potensi Ekstrak *Taxus sumatrana* dan benalu sebagai anti kanker. Pemaparan Hasil Litbang 2003. Puslit Kimia LIPI. Serpong.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid III. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta. Hlmn : 1117-1118.
- [Kitagawa I, Mahmud T, Kobayashi M, Roemantyo, Shibuya H.](#) 1995. Taxol and its related taxoids from the needles of *Taxus sumatrana*. [Chem Pharm Bull](#) 43(2):365-7
- Henti, R.. 2008. Variasi Genetik dan Teknik Perbanyakan Vegetatif Cemara sumatra (*Taxus sumatrana*). Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Rumampuk, R.J. and Ponis T., 2006. Conversion of 16-Dehydropregnenolone Acetate Into Dehydroepiandrosterone Through Beckmann Rearrangement. *Journal Sigma* 9(1)
- [Spjut, R. W. 2007a. A phylogeographical analysis of *Taxus* \(Taxaceae\) based on leaf anatomical characters. J. Bot. Res. Inst. Texas 1\(1\): 291–332](#)
- [Spjut, R. W. 2007b. Taxonomy and nomenclature of *Taxus*. J. Bot. Res. Inst. Texas 1\(1\): 203–289.](#)
- van Rozendaal E. L. M. S. J. L. Kurstjens T. A. van Beek R. G. van den Berg 1999. Chemotaxonomy of *Taxus*. *Phytochemistry (Oxford)* 52: 427-433
- van Rozendaal E. L. M. G. P. Lelyveld T. A. van Beek 2000 Screening of the needles of different yew species and cultivars for paclitaxel and related taxoids. *Phytochemistry (Oxford)* 53: 383-389

PENGARUH KONSENTRASI NaOH TERHADAP RENDEMEN, BRIGHTNESS, OPASITAS DAN SIFAT FISIK PULP SEMIMEKANIS KAYU TERENTANG (*Camnosperma auriculatum*)

Yeni Aprianis, Fitri Windra Sari dan Minal Aminin

Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan
Jl. Raya Bangkinang-Kuok Km.9. Telp/Fax: 0762-7000121

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH terhadap rendemen pulp (coklat dan putih), *brightness*, opasitas, indeks tarik, indek retak, sobek dan ketahanan lipat dari pengolahan pulp semimekanis kayu terentang (*Camnosperma auriculatum* Blume. Hook F). Konsentrasi bahan kimia NaOH yang ditambahkan dalam pembuatan pulp sebesar 4, 6, 8 dan 10%. Pemasakan pulp dilakukan di dalam digester 30 menit pada suhu 120°C. Penghalusan serpih menggunakan *refiner*. Pulp coklat diputihkan menggunakan peroksida dua tahap. Pembuatan lembaran untuk pengujian *brightness*, sifat opasitas dan pengujian fisiknya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH berpengaruh terhadap rendemen coklat, rendemen putih, *brightness*, indeks tarik, retak, sobek dan ketahanan lipat. Parameter-parameter tersebut memenuhi kriteria SNI (Standar Nasional Indonesia) kertas koran kecuali *brightness*.

Kata kunci : pulp semimekanis, terentang, kertas koran

PENDAHULUAN

Perusahaan pulp primer menggunakan kayu daun seperti *Acacia* spp., *Eucalyptus* spp., sebagai bahan bakunya, kedua jenis ini merupakan jenis bukan asli untuk Pulau Sumatera. Secara ekonomi jenis ini menguntungkan tetapi secara ekologis mempunyai kelemahan dibandingkan dengan kayu jenis lokal (Suhartati *et al*, 2012), seperti terjadinya invasi jenis *Acacia mangium* terhadap ekosistem dan munculnya penyakit busuk akar (ganoderma). Menurut Irianto *et al*, (2006) bahwa serangan ganoderma pada *A.mangium* rotasi kedua berkisar 3-28%. Suatu kondisi yang mengkhawatirkan, solusi masalah tersebut dalam mengatasi penyakit juga dapat dilakukan dengan pemilihan jenis kayu alternatif dari kayu lokal. Karena kayu lokal dapat mempertahankan nilai biodiversitas dan memiliki nilai ekologis tinggi terhadap pelestarian flora dan fauna, walaupun dalam bentuk tegakan monokultur (Rimbawanto, 2007).

Jenis kayu lokal yang berpotensi sebagai bahan baku pulp yaitu terentang (*Camnosperma auriculata*.) merupakan tumbuhan pionir di hutan sekunder (Mindawati, 2007). Beberapa penelitian mengenai pengembangan, pembungaan dan persebaran jenis kayu ini berturut-turut sudah dilakukan oleh (Panjaitan dan Ardhana, 2010; Danu dan Bogidarmanti, 2012, Suhartati *et al*, 2012). Dari hasil eksplorasi Suhartati *et al*, 2012 bahwa terentang mempunyai sebaran hampir disemua Kabupaten di Riau. Keadaan ini menunjukkan bahwa potensi kayu terentang cukup melimpah di alam untuk dimanfaatkan. Untuk itu tempat tumbuh kayu merupakan salah satu faktor dalam penelitian ini. Karena sifat dan pengolahan kayu juga dipengaruhi oleh tempat tumbuh. Terentang mempunyai berat jenis 0,3-0,35 ; kelas awet V; kelas kuat III-IV dan berkualitas serat I-II (Mindawati, 2007 dan Suhartati *et al*, 2012) sehingga dapat dimanfaatkan menjadi pulp, melalui pulp semikimia dalam upaya peningkatan rendemen. Berdasarkan berat jenis kayu termasuk kelas ringan, sehingga mudah untuk pemisahan seratnya (Bierman, 1996).

Pulp semikimia/semimekanis merupakan kombinasi proses pengolahan kimia dan mekanis. Metode ini meliputi pemasakan serpih kayu dengan bahan kimia sebelum melalui *refining* mekanik. Konsentrasi bahan kimia pemasak merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kecepatan reaksi. Kecepatan reaksi delignifikasi makin menurun sejalan dengan berkurangnya konsentrasi bahan kimia pemasak pada saat berakhirnya proses pulping. NaOH yang biasa digunakan pada pulp semimekanis maksimum adalah 8%, sedangkan pengimpregnasi di atas 8% merupakan pengolahan pulp semikimia (Roliadi, 1989).

Pada pengolahan pulp semimekanis/semikimia, konsentrasi bahan kimia merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi rendemen dan sifat fisik pulp (Lai dan Iwamida, 1993). Penggunaan NaOH sebagai perlakuan alkalin berkaitan dengan pengembangan dinding sel kayu dalam menyerap NaOH. Kondisi ini menimbulkan adanya pelepasan gugus asam (Zanuttini, 1999).

Menurut Siagian *et al*, (2001) bahwa perlakuan konsentrasi 4, 6, 8 dan 10% NaOH terhadap kayu *Acacia mangium* memberikan pengaruh terhadap tingkat kecerahan pulp yang dihasilkan. Selain NaOH, bahan kimia pemasak pulp semimekanis dapat menggunakan natrium sulfit/ Na_2SiO_3 . Penggunaan 14, 18 dan 22% Na_2SiO_3 dari berat serpih ekaliptus telah memberikan pengaruh terhadap indeks tarik. Indeks tarik pada konsentrasi 22% Na_2SiO_3 berbeda dengan aras 14% dan 18% (Kasmani, 2012).

Keuntungan pulp semikimia yaitu rendemen lebih tinggi agar penggunaan bahan baku sedikit, biaya produksi yang rendah, ramah lingkungan dan beberapa sifat spesifik seperti opasitas tinggi dan daya cetak lebih baik (Yang *et al*, 2008), meskipun menggunakan energi yang lebih tinggi dalam tahap penggilingan. Untuk itu berdasarkan data kualitas serat, berat jenis dan peningkatan rendemen pulp maka kayu tersebut perlu pengolahan pulp semikimia.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan baku yang digunakan adalah kayu terentang asal Desa Kansang, Kabupaten Kuantan Singingi, kuansing, Provinsi Riau. Bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan pulp secara semimekanis/semikimia adalah natrium hidroksida (NaOH) 4%, 6%, 8% dan 10%. Untuk pemutihan pulp digunakan bahan kimia tanpa klor, yaitu hidrogen peroksida (H_2O_2) 4% dan 2%. Keuntungan penggunaan peroksida adalah menghasilkan derajat putih tinggi, biaya produksi hemat, mengantisipasi penurunan rendemen, warna pulp lebih stabil karena serat bisa mempertahankan sekitar 1/10 bagian peroksida yang terpakai (Stanley 1986, Stuart 1996 dalam Kartiwa, 2008).

Sedangkan peralatan yang dibutuhkan adalah gergaji, *chain saw*, golok, meteran, plastik tempat sampel, *rotary digester*, *disk refiner*, *defibrator*, *centrifuge*, *niagara beater*, *canadian standart freeness tester*, *handsheet forming machine* dan peralatan uji sifat fisik lembaran pulp.

Prosedur Kerja

1). Pengambilan Bahan Baku

Pengambilan kayu terentang berdiameter 20-30 cm sebanyak 3 pohon sebagai ulangan. Kayu tersebut ditebang 5-10 cm dari permukaan tanah. Pemilihan pohon adalah lurus dan tidak kena penyakit.

2). Pengolahan Pulp Semikimia/Semimekanis

Setiap bagian kayu (pangkal, tengah dan ujung) dibuat serpih dengan ukuran berkisar $2 \times 2 \times 0,2$ cm. Serpih kering dimasukan ke bejana terbuat dari *stainless* kemudian direndam dengan NaOH 4%, 6%, 8% dan 10% dengan perbandingan serpih dan larutan NaOH 1:5. Serpih dalam keadaan panas di *refining* menggunakan *disk refiner* berdiameter 200 mm terbuat dari baja tahan karat beralur. Penguraian dilakukan 2 kali penggilingan, kemudian diperoleh pulp coklat.

Pulp diputihkan dengan menggunakan peroksida (H_2O_2) sebanyak 2 tahap. Tahap pemutihan pertama menggunakan konsentrasi peroksida (H_2O_2) 4% dan tahap kedua 2%. Kemudian ditentukan rendemen dan *Brightness* pulp putih. Kemudian dilakukan penggilingan supaya serat terfibrilasi menggunakan alat *Niagara beater* dengan konsistensi standar digiling sesuai waktu atau derajat giling yang ditentukan. Pada derajat giling 200-300 mL CSF dibuat lembaran dengan *sheet former* berbentuk dengan gramatur 60 g/m^2 . Lembaran pulp dikondisikan sesuai SNI.

3). Pengujian Pulp

Pengujian dilakukan terhadap rendemen pulp total, sifat fisik lembaran pulp putih pada derajat giling 200- 300 mL CSF sesuai dengan SNI 14-0490-1989. Metode pengujian sifat fisik meliputi indeks sobek menurut SNI 0435-89 (Anonim, 2000a), indeks tarik: SNI 0436-1989 (Anonim, 2000b), indeks retak: SNI 14-1442-1998 (Anonim, 2000c), derajat putih : SNI 14.0438-1989 (Anonim, 2000d).

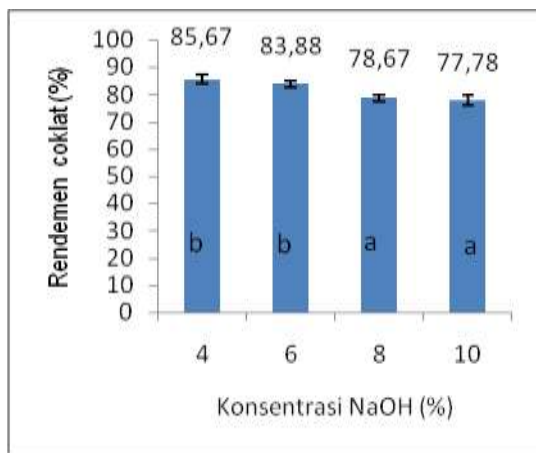
Analisis Data

Untuk melihat pengaruh konsentrasi NaOH, terhadap rendemen, indeks tarik, indeks retak, indeks sobek dan derajat putih diolah secara statistik bila pengaruhnya nyata terhadap respon yang diamati, dilakukan uji Tukey dengan setiap perlakuan ada 3 kali ulangan.

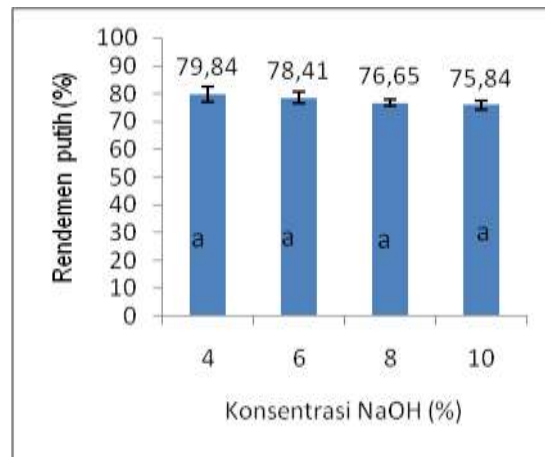
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen pulp (coklat dan putih)

Rerata rendemen pulp coklat dan putih disajikan pada Gambar 1a dan 1b. Gambar 1a menunjukkan bahwa adanya pengaruh konsentrasi NaOH terhadap rendemen pulp coklat. Pemakaian konsentrasi NaOH 4 dan 6% mempunyai nilai yang sama, namun peningkatan konsentrasi menjadi 6 dan 8% rendemen pulp menurun. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka rendemen coklat semakin kecil, begitu juga sebaliknya dengan rendemen pulp putih. Hal ini disebabkan semakin banyak komponen kayu yang terlarut selama proses pemasakan. Ion-ion hidroksil pada NaOH semakin banyak bereaksi dengan komponen kayu. Gambar 2 menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi NaOH memberikan nilai yang sama terhadap rendemen pulp putih, walaupun secara analisis varian menunjukkan adanya signifikan. Hal ini disebabkan oleh nilai perbedaan antara aras konsentrasi sangat kecil.



Gambar 1. Rendemen pulp coklat terentang

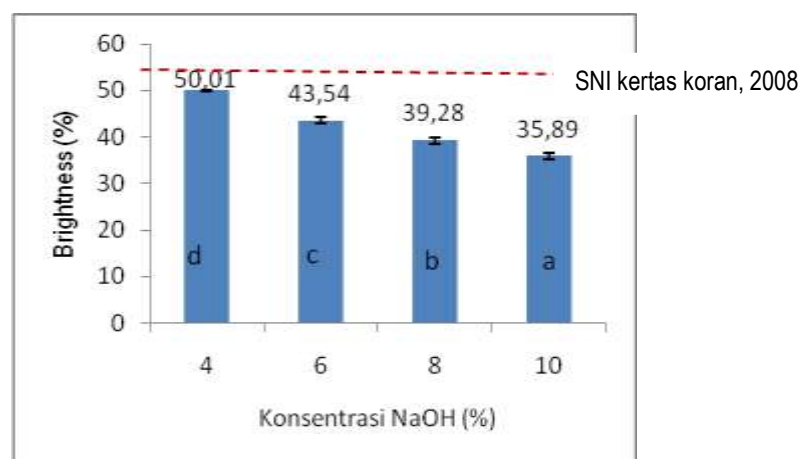


Gambar 2. Rendemen pulp putih terentang

Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa rendemen pulp setelah diputihkan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh terdegradasinya sel kayu oleh bahan pemutih. Rerata perubahan yang terjadi dari rendemen pulp coklat ke putih adanya pengurangan rendemen berkisar 2-6%.

Brightness (derajat putih/tingkat kecerahan)

Rerata *brightness* pulp terentang disajikan pada Gambar 3.



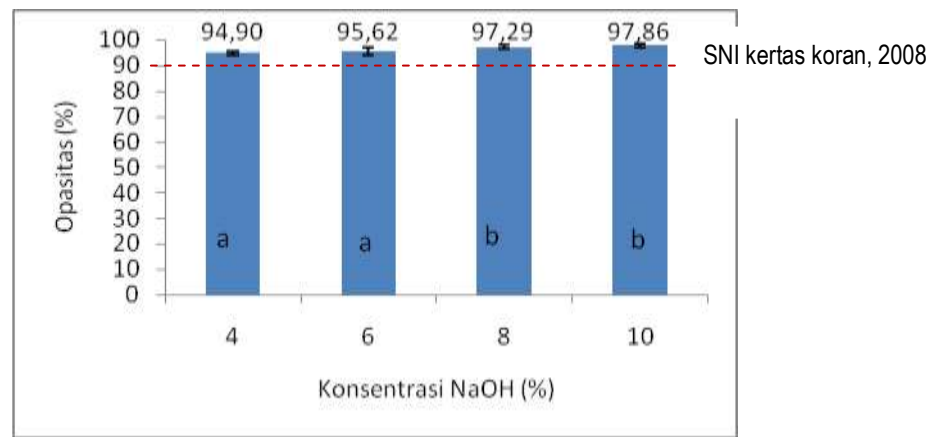
Gambar 3. *Brightness* pulp terentang.

Gambar 3 menunjukkan bahwa tingkat kecerahan pada setiap konsentrasi NaOH memberikan nilai yang berbeda. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin menurun tingkat kecerahan. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya gugus kromofor (gugus berwarna) pada lignin yang terdegradasi. Hasil

tingkat kecerahan pulp terentang belum menunjukkan standar koran indonesia. Tingkat kecerahan dapat ditingkatkan dengan cara peningkatan tahap/konsentrasi dalam proses pemutihan.

Opasitas

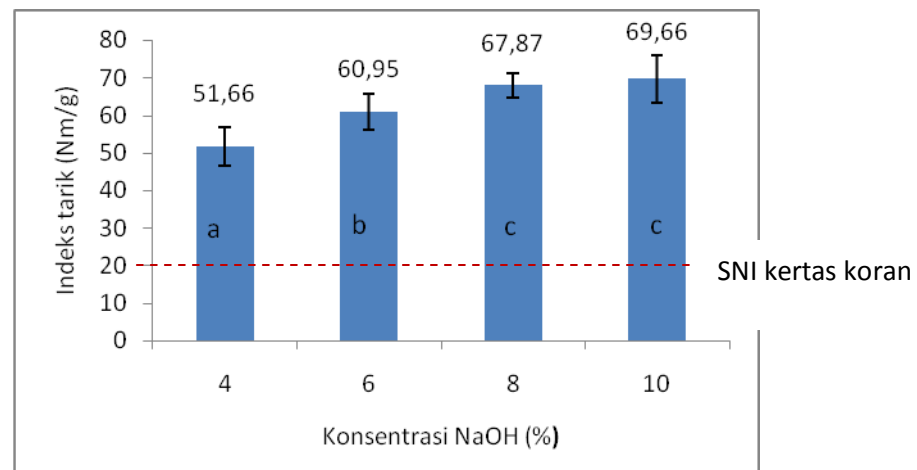
Rerata nilai opasitas pulp terentang disajikan pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan bahwa opasitas pulp terentang berkisar 94,90-97,86%. Nilai opasitas ini memenuhi standar kertas koran. Adapun nilai opasitas kertas koran adalah minimal 90%. Opasitas mengalami kenaikan seiring meningkatnya konsentrasi NaOH. Nilai opasitas pada konsentrasi 4 dan 6% memiliki nilai yang sama, namun bila ditingkatkan konsentrasi menjadi 8% maka nilai opasitas meningkat. Nilai opasitas konsentrasi 8% memiliki nilai yang sama dengan 10%.



Gambar 4. Opaitas pulp terentang

Indeks tarik

Rerata indeks tarik pulp disajikan pada Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai indeks tarik berkisar 51,66-69,66 Nm/g. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin tinggi juga indeks tarik. Hal ini disebabkan oleh kemampuan NaOH dalam mendegradasi lignin, berkurangnya lignin merupakan sesuatu yang disukai dalam pengerjaan pulp, karena dapat meningkatkan kekuatan sifat fisik pulp. Indeks tarik pulp terentang yang dihasilkan memenuhi standar kertas koran. Nilai indeks tarik ini akan lebih tinggi lagi dalam proses pembuatan kertas koran.

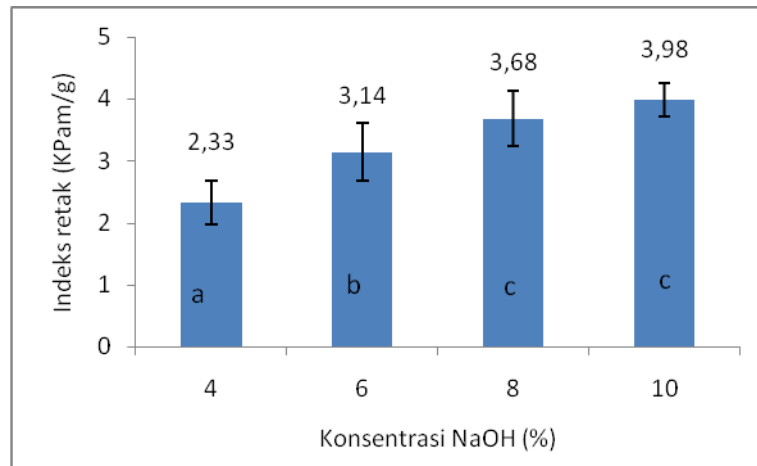


Gambar 5. Indeks tarik pulp terentang.

Gambar 5 menunjukkan bahwa indeks tarik pada konsentrasi 4, 6 dan 8% memiliki nilai yang berbeda, sedangkan indeks tarik pada 10% memiliki nilai yang sama dengan 8%. Bila dibandingkan hasil penelitian dengan *A.mangium* yang dilaporkan Siagian *et al*, 2001 bahwa nilai indeks tarik terentang 3x mangium. Fenomena ini suatu peluang menarik untuk kayu alternatif (terentang dan binuang) sebagai bahan baku pulp semimekanis.

Indeks retak

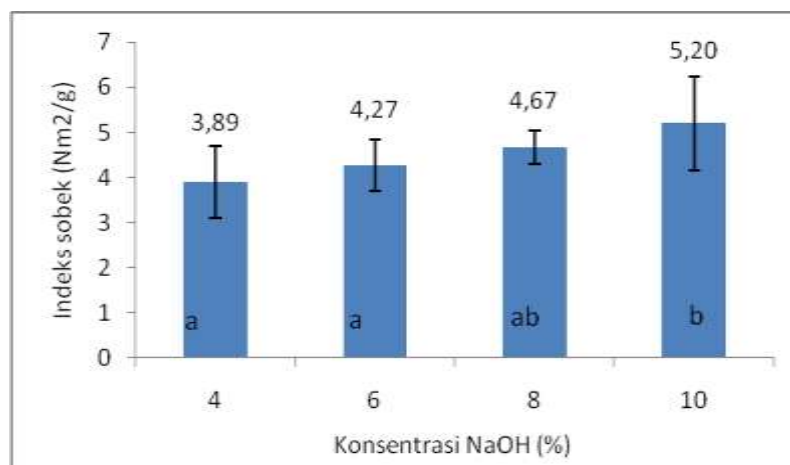
Rerata indeks sobek pulp terentang disajikan pada Gambar 6. Gambar 6 menunjukkan bahwa indeks retak berkorelasi positif terhadap konsentrasi NaOH. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka indeks retak juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh degradasi lignin oleh NaOH. Indeks retak pulp terentang berkisar 2,33 – 3,98 KPam/g. Indeks retak pada konsentrasi 4, 6 dan 8% menunjukkan nilai yang berbeda, namun indeks retak pada konsentrasi NaOH 8% memiliki nilai yang sama dengan konsentrasi 10%.



Gambar 6. Indeks retak pulp terentang

Indeks sobek

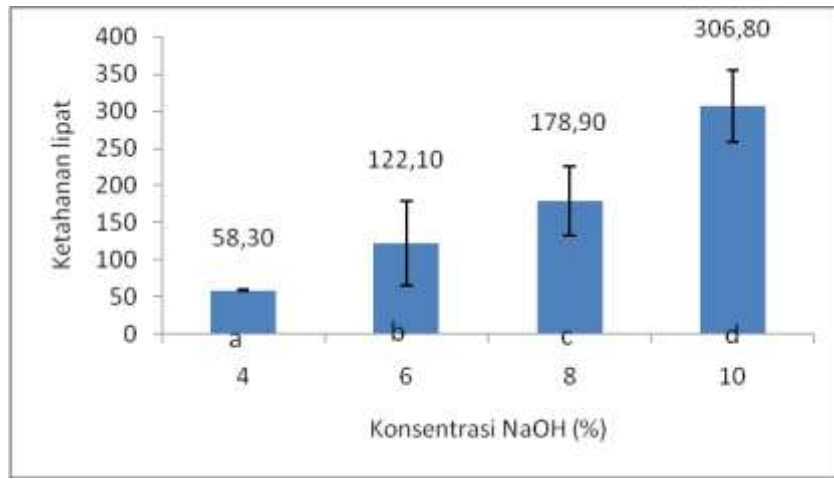
Rerata indeks sobek pulp terentang disajikan pada Gambar 7. Gambar 7 menunjukkan bahwa indeks sobek berkorelasi positif terhadap konsentrasi NaOH. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka indeks semakin tinggi. Bila dibandingkan dengan *A.mangium* indeks sobek terentang lebih tinggi. Menurut Siagian *et al*, 2001 indeks sobek mangium 4,78 Nm²/g. Indeks sobek pada konsentrasi 4, 6 dan 8% memiliki nilai yang sama, sedangkan indeks retak pada konsentrasi 10% memiliki nilai sama dengan 8%.



Gambar 7. Indeks sobek pulp terentang

Ketahanan lipat

Rerata ketahanan lipat pulp terentang disajikan pada Gambar 8. Gambar 8 menunjukkan bahwa ketahanan lipat berkorelasi positif terhadap konsentrasi NaOH. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin meningkat ketahanan lipat. Ketahanan lipat pulp terentang berkisar 58,30-306,80. Sebaran angka ketahanan lipat diperuntukkan sesuai penggunaannya. Dimana semakin rendah nilainya maka kemampuan lipatnya semakin kecil, sedangkan semakin tinggi nilainya maka lebih tahan dilipat untuk beberapa kali tergantung dari besarnya. Misal untuk penggunaan kertas uang akan membutuhkan ketahanan lipat yang tinggi sedangkan kertas tisu tidak membutuhkan ketahanan lipat yang tinggi.



Gambar 8. Ketahanan lipat pulp terentang

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah konsentrasi NaOH mempengaruhi semua parameter yaitu rendemen pulp (coklat dan putih), *brightness*, opasitas, sifat fisik pulp (indeks tarik, retak, sobek dan lipat). Sedangkan sarannya yaitu hasil pulp terentang ini dapat dijadikan sebagai bahan kertas koran, dengan meningkatkan *brightness*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bierman, C.J. 1996. *Handbook of pulping and papermaking second edition*. Academic Press, California. 754 Halaman.
- Casey JP. 1980. *Pulp and paper chemistry and chemical technology vol.II*. Interscience Publishing Inc., New York.
- Danu dan R. Bogidarmanti. 2012. *Pohon terentang sebagai bahan baku alternatif pulp*. Tekno Hutan Tanaman. 5 (1) : 29-35.
- Haroen, W.K. 2008. *Pulp termo mekanis (TMP) dan kimia termo mekanis (CTMP) dari limbah batang kenaf*. Journal Tropical Wood Science and Technology. 6(2):69-74.
- Kasmani, J. E., M. Talaeipour, A.H Hemmasi, S. Mahdavi dan A. Samariha. 2012. *Biomechanical pulping of horn beam chip with Phanerochaete chrysosporium*. BioResources. 7 (1) : 1016-1028.
- Panjaitan. S dan A. Ardhana. 2010. *Prospek pengembangan jenis tanaman terentang (Camnospermae auriculata) di Kalimantan*. Galam. 4 (1) : 71-79.
- Rimbawanto, A. 2007. *Peran Pemuliaan Pohon dalam Pengembangan HTI Pulp*. Makalah pada Sosialisasi. Program dan Kegiatan BPHPS Kuok. Pekanbaru.
- Roliadi, H. 1989. *Pengolahan pulp secara mekanis*. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan, Bogor.
- Yang, Q., Huaiyu. Z., Shuangfei, W., dan Shiyu. F. 2008. *Bio-modification of eucalyptus chemithermomechanical pulp*. Front. Chem. Eng. China. 2(1) : 28-33.
- Siagian, R.M., H. Roliadi dan T.H. Martua. 2001. *Sifat pulp kimia-Termomekanik (CTMP) kayu mangium (Acacia mangium Wild) dari berbagai tingkat umur*. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 19 (4): 245 – 257.
- Suhartati, S. Rahmayanti, A. Junaedi, E.Nurrohman. 2012. *Sebaran dan Persyaratan Tumbuh Jenis Alternatif Penghasil Pulp di Wilayah Riau*. Kementerian Kehutanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- Zanuttini, M., V. Marzocchi, M. Citroni. 1999. *Alkaline treatment of poplar wood*. Holz alsh Roh und Werkstoff. 57: 185-190.

SKRINING FITOKIMIA EKSTRAK DAUN GAHARU (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) DAN UJI POTENSINYA SEBAGAI TEH ANTIOKSIDAN

Surjanto^a, Ridwanti Batubara^b, Herawaty Ginting^a, Samuel Fransiskus Silaban^b

^aFakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, Jl. Bioteknologi No. 1, Kampus USU, Medan 20155

^bProgram Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara

ABSTRAK

Daun gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) saat ini sudah mulai populer dimanfaatkan petani gaharu sebagai minuman kesehatan, tetapi penelitian tentang golongan senyawa kimia yang terkandung dalam daun gaharu dan kemampuan aktivitas antioksidannya belum dilakukan. Untuk itu suatu penelitian telah dilakukan di laboratorium farmakognosi dan laboratorium penelitian, Fakultas Farmasi USU dengan mengekstrak daun gaharu segar dan simplisia secara maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 96%. Skrining fitokimia meliputi pemeriksaan senyawa golongan alkaloida, glikosida, steroid/triterpenoid, flavonoid, tannin dan saponin. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH dengan parameter yang diamati adalah persen peredaman radikal bebas pada menit ke-60 dengan konsentrasi yang berbeda dan nilai IC₅₀ (*inhibitory concentration*) dianalisis menggunakan persamaan regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun gaharu segar dan simplisia mengandung golongan senyawa flavonoid, glikosida, steroid/triterpenoid dan tannin. Peredaman radikal bebas oleh ekstrak etanol daun gaharu segar dan ekstrak etanol simplisia menunjukkan bahwa konsentrasi yang tinggi akan meningkatkan nilai aktivitas peredaman radikal bebas. Hasil pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun gaharu dan simplisia memiliki aktivitas antioksidan. Nilai IC₅₀ ekstrak etanol simplisia paling aktif yaitu 31,12 ppm dan ekstrak etanol daun gaharu segar 38,16 ppm.

Kata Kunci : Daun gaharu, skrining fitokimia, ekstrak etanol, aktivitas antioksidan

PENDAHULUAN

Berubahnya pola hidup masyarakat, pola makan yang tidak benar dan pertambahan usia mengakibatkan pembentukan radikal bebas dalam tubuh. Padatnya aktivitas kerja cenderung menyebabkan masyarakat mengonsumsi makanan yang serba instan dan menerapkan pola makan yang tidak sehat akan menyebabkan akumulasi jangka panjang terhadap radikal bebas di dalam tubuh. Lingkungan tercemar, kesalahan pola makan dan gaya hidup, mampu merangsang tumbuhnya radikal bebas (*free radical*) yang dapat merusak tubuh (Mega dan Swastini, 2010).

Upaya untuk mencegah atau mengurangi resiko yang ditimbulkan oleh aktivitas radikal bebas adalah dengan mengonsumsi makanan atau suplemen yang mengandung antioksidan. Antioksidan dapat menetralkan radikal bebas dengan cara mendonorkan satu atom protonnya sehingga membuat radikal bebas menjadi stabil dan tidak reaktif (Lusiana, 2010).

Penelitian Mega dan Swastini (2010) menjelaskan bahwa senyawa metabolit sekunder flavanoid, terpenoid dan senyawa fenol diperkirakan mempunyai aktivitas sebagai antiradikal bebas (antioksidan). Antioksidan banyak ditemukan dalam sayuran dan buah-buahan segar. Sayuran dan buah-buahan diketahui mengandung berbagai zat antioksidan termasuk vitamin dan mineral. Antioksidan yang cukup potensial adalah vitamin E, vitamin C, senyawa-senyawa polifenol dan karotenoid (Kosasih, *et al.*, 2004). Antioksidan alami tersebar di beberapa bagian tanaman, seperti pada kayu, kulit kayu, akar, buah, bunga, biji dan daun (Trilaksani, 2003).

Daun gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) merupakan pohon dari suku thymeleaceae (Tarigan, 2004), sudah mulai populer dimanfaatkan masyarakat petani gaharu di Langkat sebagai minuman yang diseduh. Hasil wawancara terhadap petani gaharu menjelaskan bahwa mengonsumsi daun gaharu dari jenis ini memiliki banyak manfaat diantaranya memperbaiki pencernaan. Pemanfaatan daun gaharu (A.

malaccensis Lamk.) diduga memiliki kandungan senyawa kimia dari golongan flavanoida yaitu flavon, flavonol dan isoflavon sehingga dimanfaatkan daunnya sebagai minuman seduh yang berperan sebagai antioksidan. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai skrining fitokimia dan uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun gaharu (*aquilaria malaccensis* lamk.). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui golongan senyawa kimia yang terkandung dalam daun gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) yang berfungsi sebagai antioksidan dan mengetahui kekuatan aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol daun gaharu (*A. malaccensis* Lamk.).

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi alat-alat gelas laboratorium (erlenmeyer, gelas beaker, gelas corong, gelas ukur, labu alas bulat, labu tentukur, tabung reaksi), aluminium foil, blender (National), lemari pengering, oven listrik, neraca kasar (O'haus), neraca digital (Vibra), desikator, stopwatch, cawan porselin, lemari pengering, krus tang dan pisau, *rotary evaporator* (Heidolph VV-300), *freeze dryer* (Edwards), spektrofotometer UV/Vis (Shimadzu UV-1800) dan kamera digital.

Bahan yang digunakan meliputi daun gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) yang segar dan kering. Bahan kimia yang digunakan adalah bahan-bahan kimia lainnya yang berkualitas pro analisis adalah DPPH (Sigma), produksi E-Merck: metanol, toluen, kloroform, isopropanol, benzen, *n*-heksana, asam nitrat pekat, asam klorida pekat, asam sulfat pekat, raksa (II) klorida, bismut (III) nitrat, besi (III) klorida, timbal (II) asetat, kalium iodida, kloralhidrat, asam asetat anhidrida, natrium hidroksida, amil alkohol, natrium sulfat anhidrat, serbuk magnesium. Bahan kimia berkualitas teknis adalah etanol 96% dan air suling.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel Tanaman

Pengambilan sampel dilakukan secara purposif tanpa membandingkan dengan tanaman yang sama dari daerah yang lain

Determinasi Tanaman

Identifikasi tanaman gaharu dilakukan di *Herbarium Medanense*, Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.

Persiapan Bahan Baku

Pada tahapan ini sampel daun gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) yang muda maupun tua dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan air mengalir, kemudian disebar di atas kertas perkamen hingga air terserap. Bahan dikeringkan di lemari pengering hingga kering dan rapuh. Berat dari bahan yang kering ditimbang, kemudian dihaluskan dengan cara diblender. Simplisia yang telah menjadi serbuk dimasukkan ke dalam wadah yang terlindung dari sinar matahari sebelum dilakukan proses ekstraksi (Ditjen POM, 1979).

Pembuatan Pereaksi

Penetapan Kadar Air

Penetapan kadar air dilakukan dengan metode Azeotropi (Destilasi Toluena). Alat-alat terdiri dari labu alas bulat 500 ml, alat penampung, pendingin, tabung penyambung, tabung penerima 5 ml.

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia meliputi pemeriksaan senyawa golongan alkaloida, glikosida, steroid/triterpenoid, flavonoid, tannin dan saponin.

Pembuatan Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*A. malaccensis* Lamk.)

Pembuatan ekstrak dilakukan secara maserasi dengan pelarut etanol 96%, sebanyak 200 g serbuk simplisia dimasukkan ke dalam wadah kaca, dituangi dengan 1500 ml etanol 96%, ditutup, dibiarkan selama 5 hari terlindung dari cahaya dan sesekali diaduk. Setelah 5 hari campuran tersebut disaring (saring). Ampas dicuci dengan etanol 96% secukupnya hingga diperoleh 2000 ml, lalu dipindahkan dalam bejana tertutup dan dibiarkan di tempat sejuk terlindung dari cahaya selama 2 hari, kemudian diendapkan lalu disaring. Maserat dipekatkan menggunakan alat *rotary evaporator* pada suhu 40°C sampai diperoleh maserat pekat kemudian dikeringkan menggunakan *freeze dryer* sehingga diperoleh ekstrak kering (Ditjen POM, 1979).

Pengujian Kemampuan Antioksidan dengan Spektrofotometer UV- visible

1. Prinsip metode pemerangkapan radikal bebas DPPH
Kemampuan sampel uji dalam meredam proses oksidasi radikal bebas DPPH dalam larutan metanol (sehingga terjadi perubahan warna DPPH dari ungu menjadi kuning) dengan nilai IC_{50} (konsentrasi sampel uji yang memerangkap radikal bebas 50%) sebagai parameter menentukan aktivitas antioksidan sampel uji tersebut.
2. Pembuatan Larutan Blanko
Larutan DPPH 0,5 mM (konsentrasi 200 ppm) dipipet sebanyak 5 ml, kemudian dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 ml, dicukupkan volumenya dengan metanol sampai garis tanda (konsentrasi 40 ppm).
3. Penentuan panjang gelombang serapan maksimum
Larutan DPPH konsentrasi 40 ppm dihomogenkan dan diukur serapannya pada panjang gelombang 400-800 nm.
4. Pembuatan Larutan Induk
Sebanyak 25 mg ekstrak daun gaharu (*A. Malaccensis* Lamk.) ditimbang kemudian dilarutkan dalam labu tentukur 25 ml dengan metanol lalu volumenya dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda (konsentrasi 1000 ppm).
5. Pembuatan Larutan Uji
Larutan induk dipipet sebanyak 1 ml; 1,5 ml; 2 ml; 2,5 ml kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 ml (untuk mendapatkan konsentrasi 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm), kemudian dalam masing-masing labu tentukur ditambahkan 5 ml larutan DPPH 0,5 mM (konsentrasi 40 ppm) lalu volume dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda, didiamkan di tempat gelap, lalu diukur serapannya dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 516 nm, pada waktu selang 5 menit mulai dari 0 menit hingga 30 menit.

Penentuan Persen Peredaman

Penentuan persen pemerangkapan radikal bebas oleh sampel uji ekstrak etanol daun gaharu (*A. Malaccensis* Lamk.), menggunakan metode pemerangkapan radikal bebas 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH), yaitu dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100\%$$

Keterangan:

A_{kontrol} = Absorbansi tidak mengandung sampel

A_{sampel} = Absorbansi sampel

(Andayani *et al.*, 2008).

Penentuan Nilai IC_{50}

Nilai IC_{50} merupakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi sampel uji ($\mu\text{g/ml}$) yang memberikan peredaman DPPH sebesar 50% (mampu meredam proses oksidasi DPPH sebesar 50%). Nilai 0% berarti tidak mempunyai aktivitas antioksidan, sedangkan nilai 100% berarti peredaman total dan pengujian perlu dilanjutkan dengan pengenceran larutan uji untuk melihat batas konsentrasi aktivitasnya. Hasil perhitungan dimasukkan ke dalam persamaan regresi dengan konsentrasi ekstrak (ppm) sebagai absis (sumbu X) dan nilai % peredaman (antioksidan) sebagai ordinatnya (sumbu Y).

Secara spesifik, suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm, kuat untuk IC_{50} bernilai 50-100 ppm, sedang jika IC_{50} bernilai 100-150 ppm, dan lemah jika IC_{50} bernilai 151-200 ppm (Mardawati *et al.*, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Determinasi Tumbuhan

Determinasi tumbuhan yang dilakukan di *Herbarium Medanense*, Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan menunjukkan bahwa sampel daun gaharu termasuk suku Thymeleaceae dan jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk..

Ekstrak Etanol Daun Gaharu secara Maserasi

Pembuatan ekstrak etanol daun gaharu diperoleh dengan proses ekstraksi. Ekstraksi merupakan suatu proses penarikan komponen yang diinginkan dari suatu bahan. Cara ekstraksi yang paling sederhana yaitu maserasi, karena bahan yang akan diekstrak cukup dilarutkan di dalam pelarut pada perbandingan tertentu. Maserasi yang dilakukan memiliki waktu yang berbeda-beda tergantung pada sifat bahan dan pelarut. Perbandingan pelarut yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1 : 3, sedangkan lama maserasi adalah lima hari dengan perendaman ulang terhadap residu selama dua hari.

Pelarut yang digunakan dalam proses maserasi sangat mempengaruhi hasil ekstrak. Jenis pelarut yang digunakan harus dipilih berdasarkan kemampuan dalam melarutkan zat-zat aktif yang diinginkan tanpa mengikutsertakan unsur-unsur yang tidak diinginkan. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah etanol 96% karena merupakan pelarut yang aman digunakan dalam obat-obatan, sesuai dengan lisensi Badan POM. Etanol juga mempunyai polaritas yang tinggi sehingga dapat mengekstrak bahan lebih banyak dibandingkan jenis pelarut organik yang lain. Pelarut yang digunakan juga tidak mempengaruhi hasil warna dari ekstrak, dapat dikatakan bahwa pelarut yang digunakan menguap sempurna pada saat dilakukan proses *rotary*. Ekstrak yang dihasilkan memiliki warna coklat pekat. Ekstrak yang diperoleh merupakan ekstrak kasar berbentuk pasta. Hasil ekstraksi daun gaharu segar sebanyak 200 g menghasilkan ekstrak kental sebanyak 13,09 g dengan rendemen yang dihasilkan adalah 6,55 %. Ekstraksi daun gaharu yang sudah dikeringkan (*simplicia*) sebanyak 200 g menghasilkan ekstrak kental 38,19 g dengan rendemen yang dihasilkan sebesar 19,08 %.



(a) daun gaharu segar

(b) *simplicia* daun gaharu

Gambar 1. Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*A. malaccensis* Lamk.)

Penetapan Kadar Air *Simplicia*

Hasil penetapan kadar air *simplicia* daun gaharu diperoleh kadar air sebesar 6,32%, standarisasi kadar air *simplicia* tersebut telah memenuhi syarat yaitu tidak lebih dari 10% (Ditjen POM, 1995). Penetapan kadar air sangat berhubungan dengan mutu *simplicia*. Penetapan kadar air dilakukan untuk memberikan batasan minimal kandungan air yang masih dapat ditolerir di dalam *simplicia* maupun ekstrak. *Simplicia* yang memiliki kandungan air tinggi dapat menyebabkan ketidakstabilan pada *simplicia* maupun ekstrak, bakteri dan jamur akan cepat tumbuh dan bahan aktif yang terkandung di dalamnya dapat terurai. Kadar air yang melebihi persyaratan dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme seperti jamur. Batas kadar air minimal yang dikandung *simplicia* akan berpengaruh terhadap lama penyimpanan *simplicia* sebelum digunakan.

Hasil Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia terhadap serbuk *simplicia*, ekstrak etanol daun gaharu segar dan ekstrak etanol *simplicia* dilakukan untuk mendapatkan informasi golongan senyawa metabolit sekunder yang dikandung. Hasil skrining fitokimia terhadap serbuk *simplicia*, ekstrak etanol daun gaharu segar dan ekstrak etanol *simplicia* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Simplisia, Ekstrak Etanol Daun Gaharu Segar dan Ekstrak Etanol Gaharu Simplisia

No.	Pemeriksaan	Simplisia daun gaharu	Ekstrak Etanol daun gaharu	Ekstrak Etanol Simplisia
1.	Alkaloid	-	-	-
2.	Flavonoid	+	+	+
3.	Glikosida	+	+	+
4.	Saponin	-	-	-
5.	Tanin	+	+	+
6.	Steroid/Triterpenoid	+	+	+

Keterangan: (+) positif : mengandung golongan senyawa
(-) negatif : tidak mengandung golongan senyawa

Hasil yang diperoleh pada Tabel 1 menunjukkan bahwa uji skrining fitokimia yang dilakukan terhadap serbuk simplisia, ekstrak etanol daun gaharu segar maupun pada ekstrak etanol simplisia, tidak memiliki adanya perbedaan kandungan golongan senyawa kimia. Pada penelitian ini, sampel dalam bentuk serbuk yang diuji tidak kehilangan golongan senyawa yang dikandung maupun setelah menjadi ekstrak. Kesamaan kandungan golongan senyawa diakibatkan sampel yang diuji adalah jenis yang sama dalam bentuk yang berbeda yaitu simplisia dan ekstrak etanol.

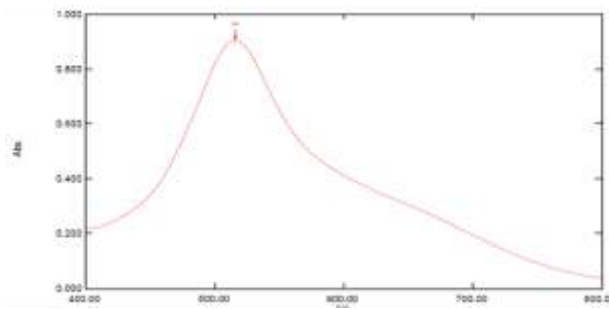
Senyawa flavonoid dimiliki daun gaharu ditandai dengan adanya warna merah atau kuning pada lapisan amil alkohol setelah menambahkan serbuk Mg dan serbuk Zn dengan asam klorida pekat (Farnsworth, 1996). Pada pengujian alkaloid, menunjukkan hasil yang negatif pada semua pereaksi. Pada uji Mayer tidak terbentuk endapan putih. Begitu juga dengan penambahan pereaksi Bouchardat dan Dragendorff tidak terbentuk endapan, hanya menghasilkan larutan jernih pada penambahan pereaksi Mayer, warna kuning pada penambahan pereaksi Bouchardat dan warna coklat pada pereaksi Dragendorff. Pengujian glikosida positif, ditunjukkan dengan penambahan pereaksi Molisch dan asam sulfat pekat, kemudian membentuk cincin ungu. Skrining saponin menghasilkan busa yang tidak stabil dengan tinggi busa 1 cm, setelah dilakukan penambahan HCl 2 N, busa yang ada hilang. Dalam penelitian ini skrining saponin memberikan hasil yang negatif. Larutan yang ditambahkan 1 sampai 2 tetes pereaksi besi (III) klorida 1% menghasilkan warna biru atau kehitaman dan menunjukkan adanya tanin (Ditjen POM, 1995).

Skrining yang dilakukan terbentuk warna ungu atau merah yang berubah menjadi biru pada filtrat yang diuapkan dengan meneteskan 10 tetes asam asetat anhidrat dan 1 tetes pereaksi Liebermann-Burchard menunjukkan adanya steroida/triterpenoida (Harborne, 1987). Daun gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) memiliki potensi sebagai antioksidan, mengandung golongan senyawa-senyawa yang mempunyai potensi sebagai antioksidan umumnya merupakan senyawa flavonoida (Kumalaningsih, 2006). Senyawa flavonoid tersebut bertindak sebagai penangkap radikal bebas karena gugus hidroksil yang dikandungnya mendonorkan hidrogen kepada radikal bebas. Senyawa tersebut mampu menetralkan radikal bebas dengan memberikan elektron kepadanya sehingga atom dengan elektron yang tidak berpasangan mendapat pasangan elektron dan tidak lagi menjadi radikal (Silalahi, 2006).

Hasil skrining fitokimia yang telah diperoleh dapat memberi informasi penting tentang senyawa kimia yang dikandung oleh daun gaharu (*A. malaccensis* Lamk.). Setelah mengetahui senyawa-senyawa kimia yang terkandung, maka akan mempermudah dalam penentuan pemakaian terutama dalam bidang pengobatan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Farnsworth (1996), yang menyatakan bahwa teknik skrining dapat membantu langkah-langkah fitofarmakologi yaitu seleksi awal dari pemeriksaan tumbuhan tersebut untuk membuktikan adanya senyawa kimia tertentu dalam tumbuhan tersebut dan dapat dikaitkan dengan aktivitas biologinya.

Hasil penentuan panjang gelombang serapan maksimum

Hasil pengukuran serapan maksimum larutan DPPH 40 ppm dalam metanol dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:

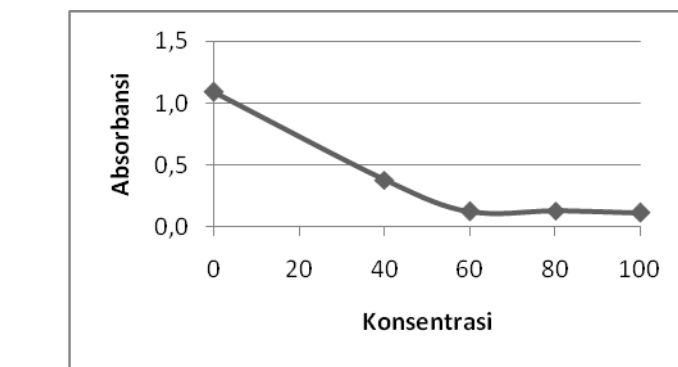


Gambar 2. Kurva Serapan Maksimum Larutan DPPH 40 ppm Dalam Methanol Secara Spektrofotometri Visibel.

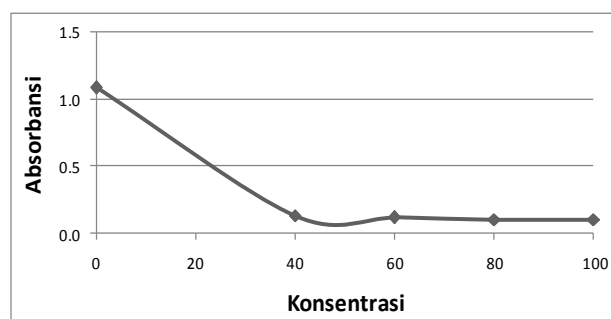
Hasil pengukuran yang dilakukan menunjukkan bahwa larutan DPPH dalam metanol menghasilkan serapan maksimum pada panjang gelombang 516 nm. Panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) yang dipergunakan adalah pengukuran yang memberi serapan maksimum (Molyneux, 2004).

Hasil Uji Aktivitas Antioksidan

Hasil uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH diperoleh serapan yang diukur pada spektrofotometri dengan panjang gelombang 516 nm. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun gaharu segar dan ekstrak etanol simplisia diperoleh dari hasil pengukuran absorbansi dengan metode DPPH pada menit ke-60 dengan adanya penambahan larutan uji dengan konsentrasi 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm dan 100 ppm yang dibandingkan dengan kontrol DPPH (tanpa penambahan larutan uji). Dapat dilihat kurva hubungan antara absorbansi DPPH terhadap penambahan konsentrasi larutan uji dalam menganalisis aktivitas antioksidan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Gaharu Segar



Gambar 4. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Simplisia

Hasil analisis aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun gaharu segar dan ekstrak etanol simplisia dapat dilihat adanya penurunan nilai absorbansi DPPH yang diberi larutan uji dibandingkan terhadap kontrol pada setiap kenaikan konsentrasi. Penurunan absorbansi yang semakin besar menunjukkan aktivitas antioksidan yang semakin besar pula. Ekstrak etanol simplisia memiliki penurunan absorbansi yang besar dan ekstrak etanol daun gaharu segar pada konsentrasi larutan 40 ppm, tidak memiliki perbedaan yang cukup jauh. Kondisi kedua ekstrak tersebut masih menunjukkan penurunan absorbansi yang hampir sama. Penurunan nilai absorbansi di atas menunjukkan bahwa terjadi penangkapan/peredaman radikal bebas DPPH oleh larutan uji sehingga menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dari sampel. Pemilihan metode DPPH pada penelitian ini berdasarkan pernyataan Prakash (2001) yang menyatakan bahwa metode DPPH mudah digunakan, cepat, cukup teliti dan baik digunakan dalam pelarut organik, khususnya alkohol.

Mekanisme reaksi DPPH ini berlangsung melalui transfer elektron. Larutan DPPH akan mengoksidasi senyawa dalam ekstrak etanol daun gaharu. Interaksi antioksidan dengan DPPH baik secara transfer elektron atau radikal hidrogen kepada DPPH, akan menetralkan radikal bebas DPPH. Semua elektron pada radikal bebas DPPH menjadi berpasangan, akan ditandai dengan warna larutan yang berubah dari ungu tua menjadi kuning terang dan absorbansi pada panjang gelombang maksimumnya akan hilang (Molyneux, 2004).

Hasil Peredaman Radikal Bebas DPPH Oleh Sampel Uji

Kemampuan antioksidan diukur pada menit ke-60 sebagai penurunan serapan larutan DPPH (peredaman radikal bebas DPPH) akibat adanya penambahan larutan uji. Nilai serapan larutan DPPH sebelum dan sesudah penambahan larutan uji tersebut dihitung sebagai persen peredaman. Hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh nilai persen peredaman pada setiap kenaikan konsentrasi sampel uji seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Peredaman Radikal Bebas oleh Ekstrak Etanol Daun Gaharu Segar dan Ekstrak Etanol Simplisia.

Menit ke-	Konsentrasi (ppm)	Persen peredaman	
		Daun segar	Simplisia
60	0	0	0
	40	65,02	87,61
	60	88,28	88,93
	80	88,04	90,11
	100	89,22	90,49

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin meningkat konsentrasi sampel uji, maka akan semakin meningkat aktivitas peredaman DPPH. Semakin banyak DPPH yang berpasangan dengan atom hidrogen dari ekstrak yang diuji sehingga serapan DPPH menurun.

Nilai IC₅₀ (*Inhibitory Concentration*) Sampel Uji

Nilai IC₅₀ diperoleh berdasarkan perhitungan persamaan regresi linier yang didapatkan dengan cara memplot konsentrasi larutan uji dan persen peredaman DPPH sebagai parameter aktivitas antioksidan, dimana konsentrasi larutan uji (ppm) sebagai absis (sumbu X) dan nilai persen peredaman sebagai ordinat (sumbu Y). Kategori penentuan kekuatan aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Kategori Kekuatan Aktivitas Antioksidan

No.	Kategori	Konsentrasi (µg/ml)
1	Sangat kuat	< 50
2	Kuat	50 -100
3	Sedang	101 – 150
4	Lemah	151 - 200

Dikutip dari Maerdawati at al. 2008

Kemampuan sampel uji dalam memerangkap 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) sebagai radikal bebas dalam larutan metanol dengan nilai IC₅₀ (konsentrasi sampel uji yang mampu memerangkap radikal bebas sebesar 50%) digunakan sebagai parameter untuk menentukan aktivitas antioksidan sampel uji tersebut (Prakash, 2001). Hasil persamaan regresi linier yang diperoleh untuk ekstrak etanol daun gaharu dan ekstrak etanol simplisia dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Persamaan Regresi Linier Ekstrak Etanol Daun Gaharu dan Ekstrak Etanol Simplisia

Larutan Uji	Persamaan regresi
Ekstrak etanol daun segar	$Y = 0,9039 X + 15,4936$
Ekstrak etanol simplisia	$Y = 0,8612 X + 23,2008$

Nilai IC₅₀ didapatkan dari nilai x setelah mengganti y = 50 pada persamaan regresinya. Nilai IC₅₀ dihitung berdasarkan persentase inhibisi terhadap radikal bebas DPPH dari masing-masing konsentrasi larutan sampel. Hasil analisis nilai IC₅₀ dapat diperoleh berdasarkan perhitungan persamaan regresi di atas dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai IC₅₀ Ekstrak Etanol Daun Gaharu Segar dan Simplisia

Sample	IC ₅₀ (ppm)
Ekstrak Etanol Daun Segar	38,16
Ekstrak Etanol Simplisia	31,12

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun gaharu segar memiliki nilai IC₅₀ sebesar 38,16 ppm dan diikuti ekstrak etanol simplisia sebesar 31,12 ppm. Hal ini dapat terjadi karena pada ekstrak tersebut diperkirakan mengandung senyawa aktif sebagai antioksidan. Aktivitas yang paling tinggi diperoleh pada ekstrak etanol simplisia dan diikuti ekstrak etanol daun gaharu segar.

Perbedaan nilai IC₅₀ pada kedua ekstrak diperkirakan dipengaruhi oleh kondisi bahan baku berbeda dan ekstrak yang dihasilkan berbeda pula. Bahan baku yang diekstrak adalah daun gaharu segar dan simplisia. Ekstrak yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan ekstrak etanol daun segar dan ekstrak etanol simplisia. Ekstrak etanol daun segar belum mengalami pengeringan dan masih mengandung kadar air yang dimiliki tumbuhan tersebut. Kadar air tumbuhan yang ikut diekstraksi akan berpengaruh terhadap pelarut yang digunakan sehingga tidak maksimal dalam melarutkan/mengekstraksi senyawa-senyawa organik yang dikandung oleh daun gaharu.

Sebaliknya untuk ekstrak etanol simplisia sudah dilakukan perlakuan yaitu pengeringan. Pengeringan bermanfaat untuk mengurangi kadar air yang dikandung dalam daun gaharu. Sehingga pelarut etanol dapat mengekstraksi bahan secara maksimal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Paturau *et al.* (1982) yang menyatakan bahwa pelarut etanol memiliki kelemahan yaitu larut dalam air dan juga dapat melarutkan komponen lain seperti karbohidrat, resin dan gum. Larutnya komponen ini mengakibatkan berkurangnya tingkat kemurniannya.

Ditinjau dari kategori kekuatan aktivitas antioksidan, ekstrak etanol daun gaharu segar maupun simplisia termasuk dalam kategori sangat kuat dengan nilai lebih kecil dari 50 ppm. Dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai IC₅₀ yang diperoleh, maka aktivitas antioksidannya semakin tinggi dan sebaliknya jika nilai IC₅₀ yang diperoleh tinggi maka aktivitas antioksidannya rendah.

KESIMPULAN

- Hasil uji skrining fitokimia pada serbuk simplisia, ekstrak etanol daun gaharu segar dan ekstrak etanol simplisia diperoleh adanya senyawa flavonoid, glikosida, tanin dan steroid/triterpenoid yang merupakan senyawa aktif antioksidan.

2. Hasil pemeriksaan aktivitas antioksidan dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 516 nm pada menit ke-60 diperoleh hasil ekstrak etanol daun gaharu segar dan ekstrak etanol simplisia memiliki IC_{50} sebesar 38,16 ppm dan 31,12 ppm. Hasil pengujian ini diketahui ekstrak etanol daun gaharu segar dan ekstrak etanol simplisia memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dalimartha, S. 2000. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia. Jilid I. Cetakan Pertama. Trubus Agriwidya. Jakarta. Hal. 6-8.
- Ditjen POM. 1979. Farmakope Indonesia. Edisi Ketiga. Departemen Kesehatan RI. Jakarta. Hal. 29-31.
- Ditjen POM. 1995. Materia Medika Indonesia, Jilid VI. Departemen Kesehatan RI. Jakarta. Hal. 321-326, 333-337.
- Farnsworth, N.R. 1966. *Biological and Phytochemical Screening of Plants. Journal of Pharmaceutical Sciences* 55(3):263.
- Harbone, J.B. 1987. Metode Fitokimia. Terjemahan dari *Phytochemical Methods* oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Penerbit ITB. Bandung. Hal 47-245.
- Kosasih, E.N., T. Setiabudhi, dan H. Heryanto. 2004. Peranan Antioksidan pada Lanjut Usia. Jakarta: Pusat Kajian Nasional Masalah Lanjut Usia. Hal. 48-49, 56-59.
- Lusiana. 2010. Kemampuan Antioksidan Asal Tanaman Obat dalam Modulasi Apoptosis sel khamir (*saccharomyces cerevisiae*). Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mardawati, E., F. Filianty dan H. Harta. 2008. Kajian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana L*) dalam Rangka Pemanfaatan Limbah Kulit Manggis di Kecamatan Puspahiang Kabupaten Tasikmalaya. Hal. 4.
- Mega, IM dan Swastini, DA. 2010. Skrining fitokimia dan aktivitas antiradikal bebas ekstrak metanol daun gaharu (*Gyrinops versteegii*). Jurnal Kimia 4(2): 187-192.
- Molyneux, P. 2004. *The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. Songklanakarin J. Sci. Technol* 26(2): 214-215.
- Paturau, J.M. 1982. *By Product of Cane Sugar Industry. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam Windholz*.
- Silalahi, J. 2006. Makanan Fungsional. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. Hal 40, 47-48.
- Tarigan, K. 2004. Profil Pengusahaan (Budidaya) Gaharu. Pusat Bina Penyuluhan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Trilaksani, W. 2003. Antioksidan: jenis, sumber, mekanisme kerja dan peran terhadap kesehatan. Makalah. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- World Health Organization. 1998. *Quality Control Methods For Medicinal Plant Materials*. Geneva: WHO. Halaman 26-27.

KARBON AKTIF AMPAS SINGKONG DARI PROSES KARBONISASI HIDROTHERMAL

Saptadi Darmawan¹, Gustan Pari², Ika Resmeiliana³, Tanti Fuji Astuti⁴

¹Peneliti pada Balai Pengolahan Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, Mataram

² Peneliti pada Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor

³ Pengajar pada Program Keahlian Analisis Kimia Program Diploma IPB Bogor

⁴Mahasiswa Program Keahlian Analisis Kimia Program Diploma IPB Bogor

ABSTRAK

Karbon aktif memiliki porositas tinggi sehingga dapat digunakan untuk beragam aplikasi. Bahan baku pembuatan karbon aktif dari biomasa seperti singkong sangat potensial karena produktivitasnya tinggi dan dapat diperbaharui. Singkong hutan telah lama dan banyak dibudidayakan oleh masyarakat pada kawasan hutan milik Perum Perhutani di Kabupaten Trenggalek Jawa Timur sebagai salah satu program pengelolaan hutan bersama masyarakat. Singkong ini oleh masyarakat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan tapioka atau *modified cassava flour* (Mocaf). Pada proses pembuatan mocaf dihasilkan ampas dalam kondisi kandungan air tinggi. Melalui proses karbonisasi hidrotermal (KHT) bahan ini dapat dijadikan sebagai arang-hidro tanpa melalui proses pengeringan terlebih dahulu dan berlangsung pada suhu rendah. Hal ini akan menghemat pemakaian energi dibandingkan karbonisasi konvensional yang mensyaratkan bahan baku dalam kondisi kadar air rendah. Penelitian dilakukan untuk memanfaatkan ampas singkong sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif melalui proses KHT. Karbonisasi hidrotermal dilakukan pada suhu 250°C dilanjutkan dengan aktivasi KOH-uap air dan KOH pada suhu 800°C. Analisis proksimat, *scanning electron microscope*, difraksi sinar-X, dan konduktivitas elektrik telah dilakukan. Karbon aktif ampas singkong dari proses KHT dan aktivasi KOH dan KOH-uap air telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995, berturut-turut memiliki daya jerap iodine sebesar 1.088 dan 1.067 mg/g; dan konduktivitas elektrik 113 dan 518 S/m.

Kata kunci: Karbon aktif, KOH, KOH-uap air, karbonisasi hidrotermal, ampas singkong.

PENDAHULUAN

Konsumsi karbon aktif di dunia semakin meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2007 mencapai 300.000 ton/tahun. Negara besar seperti Amerika memiliki kebutuhan karbon aktif perkapita mencapai 0,4 kg per tahun dan Jepang sekitar 0,2 kg per tahun. Hal ini berdampak pada harga karbon aktif yang semakin kompetitif di pasaran internasional (Suzuki 2007).

Bahan baku pembuatan karbon aktif bersumber dari bahan yang mengandung karbon baik organik maupun bahan anorganik. Beberapa diantaranya adalah kayu, limbah kayu, tempurung kelapa, dan limbah pertanian (Asano 1999) dan batu bara serta produk turunan dari pengolahan minyak bumi (Ahmadpour dan Do 1996).

Karbon aktif dapat diterapkan pada beragam aplikasi, yang umum digunakan adalah pada pengolahan limbah cair dan penjerap polusi udara. Beberapa dekade ini pemakaian karbon aktif sebagai elektroda untuk baterai sekunder, superkapasitor dan sensor semakin banyak diteliti dan diaplikasikan. Syarat karbon aktif sebagai elektroda adalah memiliki porositas dan konduktivitas elektrik yang tinggi.

Limbah ampas singkong dari proses produksi tapioka berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif, limbah ini berbentuk serat dan sifatnya dapat diperbaharui dalam jangka waktu tidak terlalu lama, berbeda dengan kayu. Singkong segar mengandung kadar air sekitar 60%, pati 35%, serat 2,5%, kadar protein 1%, kadar lemak 0,5% dan kadar abu 1% (Prabawati 2011).

Pada makalah ini proses karbonisasi dilakukan menggunakan teknik karbonisasi hidrotermal KHT. Proses KHT berlangsung dalam reaktor tertutup menggunakan media air pada suhu dibawah 300°C. Keunggulan dari teknik KHT diantaranya bahan baku dapat digunakan dalam kondisi basah sehingga akan

mengurangi waktu dan energi untuk pengeringan bahan, berlangsung pada suhu rendah dan polutan udara sangat kecil sebagaimana pada proses karbonisasi pirolisis (Libra *et al.* 2011).

Pembentukan porositas untuk mendapatkan karbon aktif dapat dilakukan melalui proses aktivasi secara fisika, kimia maupun kimia-fisika. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan memanaskan arang pada suhu sekitar 800-1000°C menggunakan gas dan atau uap air, sedangkan aktivasi kimia menggunakan aktivator kimia seperti KOH, NaOH, ZnCl₂ dan H₃PO₄ dengan suhu lebih rendah dari aktivasi fisika. Aktivasi secara kimia-fisika dilakukan dengan menggunakan aktivator yang dikombinasikan dengan uap air atau gas, dari beragam aktivator, KOH merupakan agen aktivasi yang baik untuk mendapatkan karbon dengan porositas tinggi, diameter pori kecil dan konduktivitas elektrik tinggi (Raymundo-Pinero *et al.* 2005, Kierzek *et al.* 2006).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan ampas singkong menjadi karbon aktif berporositas tinggi melalui proses KHT dilanjutkan dengan aktivasi kimia (KOH) dan KOH-uap air. Mutu karbon aktif yang dihasilkan dikarakterisasi dengan menetapkan beberapa parameter analisis mutu yaitu penentuan kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, kadar karbon terikat, dan daya jerap iodin. Beberapa analisis instrumentasi untuk mengetahui nano struktur, morfologi permukaan, kandungan unsur dan konduktivitas masing-masing menggunakan difraksi sinar-X (XRD), *scanning electron microscope* (SEM), *energy dispersive X-ray spectrometry* (EDS) dan *conductancy-capacitance-resistance* (LCR) meter.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Februari-Mei 2014 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan Bogor. Bahan baku yang digunakan berupa ampas singkong dari industri pengolahan tapioka di Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Bahan kimia yang dipakai diantaranya iodin, Na₂S₂O₃, HCl, dan KOH.

Pembuatan karbon aktif menggunakan proses KHT dalam reaktor hidrotermal berputar kapasitas 18 liter dilanjutkan dengan aktivasi dalam reaktor aktivasi. Keduanya reaktor berbahan *stainless steel* dan menggunakan pemanas listrik. Instrumen yang digunakan adalah XRD Shimadzu 7000, SEM Zeiss EVO 50, EDS Bruker AXS, dan LCR meter Krisbow.

METODE PENELITIAN

1 Karbonisasi hidrotermal (KHT)

Sebanyak 900 g (BKO) sampel limbah ampas singkong dimasukkan ke dalam ember berisi air 6 liter kemudian diaduk hingga homogen dengan mesin pengaduk. Setelah homogen, sampel dimasukkan ke dalam reaktor hidrotermal dan dikarbonisasi selama 6 jam pada suhu 250°C dengan tekanan sekitar 80 kg/cm². Setelah proses selesai, produk padatan berupa arang-hidro dipisahkan dari cairan pemasak menggunakan kertas saring dilanjutkan dengan pencucian hingga diperoleh pH netral.

2 Aktivasi

KOH sebanyak 33,33 g dilarutkan dalam 300 mL air, kemudian kedalamnya dimasukkan arang-hidro sebanyak 100 gram secara perlahan-lahan sambil diaduk (perbandingan KOH terhadap arang-hidro sebesar 1:3 b/b). Perendaman dilakukan selama 24 jam, kemudian sebagian pelarut diuapkan dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam reaktor aktivasi dan dipanaskan hingga suhu 800°C selama 1 jam (KOH). Pada teknik aktivasi KOH-uap air, setelah suhu 800°C tercapai, dialirkan uap air selama 1 jam. Produk karbon aktif dikeluarkan dari reaktor setelah mencapai suhu ruang.

Hasil proses aktivasi direndam dengan HCl 10% selama 1 jam dan diaduk perlahan kemudian disaring dan dicuci dengan air panas hingga pH 7. Karbon aktif selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C hingga beratnya tetap. Untuk keperluan pengujian, sampel arang aktif dihaluskan hingga lolos saringan 100 mesh.

3 Karakterisasi

Karakterisasi berupa penetapan rendemen, kadar air, bahan mudah menguap, zat terbang, kadar abu, karbon terikat dan daya jerap iodin dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 06-3730-1995 (BSN, 1995).

Pengujian konduktivitas dilakukan dengan cara ditimbang sampel karbon aktif sebanyak 0,3 gram. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam tabung pengujian yang telah diketahui volumenya. Ketebalan sampel diukur menggunakan jangka sorong. Alat *LCR meter* digunakan untuk menetapkan nilai tahanan atau hambatan (ohm). Nilai konduktivitas dihitung menggunakan persamaan dibawah ini (Linden 2002, Khair dan Arof 2010) :

$$\sigma = \frac{l}{R.A}$$

Keterangan : σ = Konduktivitas Siemens per meter (S/m)

l = Tebal contoh (m)

R = Resistensi bahan (Ω)

A = Luas Penampang (m^2)

Pengamatan morfologi permukaan menggunakan SEM ZEISS EVO 50 dengan EHT 10-15 KV. Karbon aktif dimasukkan ke dalam subholder yang dilapisi dengan karbon tip dan diamati permukaanya menggunakan SEM dengan energi 10 KV. Sedangkan untuk pengujian kandungan unsur dilakukan dengan menggunakan EDS Bruker (AXS) dengan energi sebesar 20 KV.

Pengujian struktur kristalin karbon aktif menggunakan XRD Shimadzu 7000. Pengujian kristalinitas dimulai dengan meletakkan sampel dalam bentuk serbuk dalam holder dengan ketebalan ± 2 mm. Selanjutnya sampel di letakkan ke dalam instrumen XRD untuk *running* selama 45 menit. Sebagai sumber radiasi digunakan sinar Cu dengan panjang gelombang 1,54 nm, tegangan 40 KV dan arus sebesar 30 mA. Pengukuran dilakukan pada sudut 2 theta antara 10-80 (deg) dengan kecepatan proses pemindai sebesar 2 deg/min.

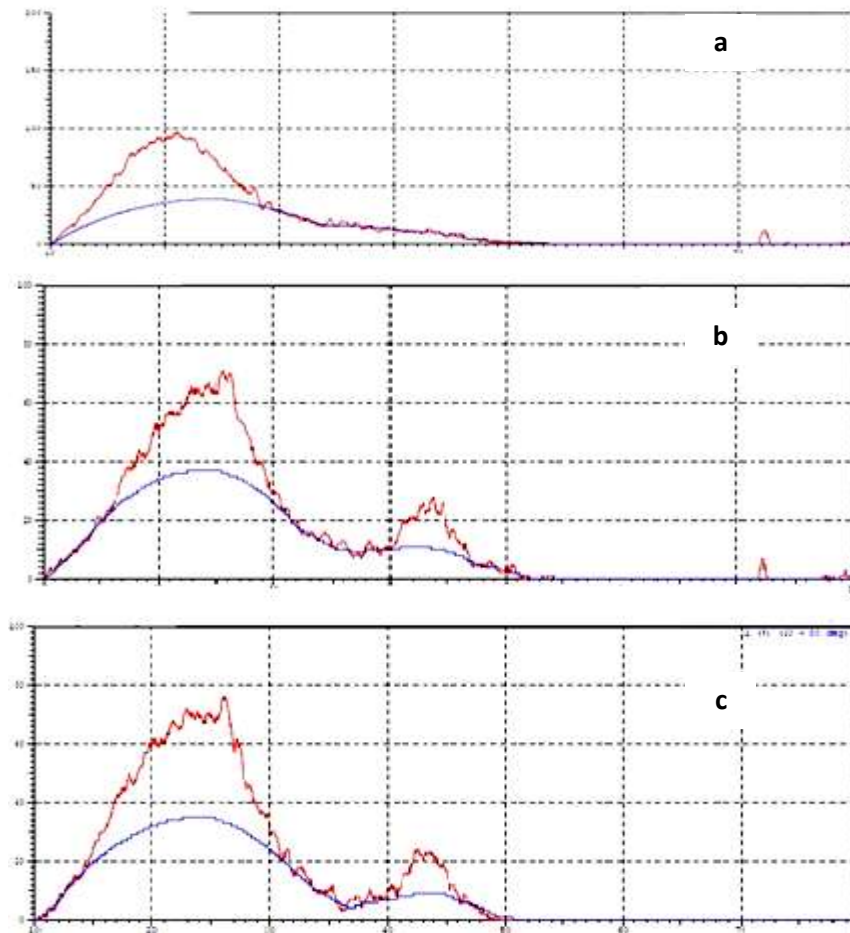
HASIL DAN PEMBAHASAN

Arang-hidro

Arang-hidro yang dihasilkan dari proses karbonisasi hidrotermal memiliki kadar zat terbang tinggi (Tabel 1), maknanya bahwa kandungan unsur hidrogen dan oksigen pada arang-hidro dalam bentuk persenyawaan dengan karbon, oksigen dan hidrogen masih tinggi. Hal ini berakibat pada rendahnya kemurnian ikatan antara karbon dengan karbon yaitu didekati dari data kandungan karbon terikat. Kondisi ini menunjukkan bahwa penataan unsur karbon yang teratur belum berlangsung sempurna. Kurva difraktogram sinar-X pada Gambar 1 mendukung fenomena ini. Bentuk kurva bersifat amorf dengan puncak difraksi berada dikisaran sudut 20-22°. Penyusunan aromatik karbon yang tinggi dicirikan oleh tingginya puncak difraksi pada sudut disekitar 26° (Sonibare *et al.* 2010), yang merupakan penciri dari grafit. Beberapa karakter tersebut menyebabkan konduktivitas arang-hidro sangat rendah atau memiliki hambatan sangat tinggi.

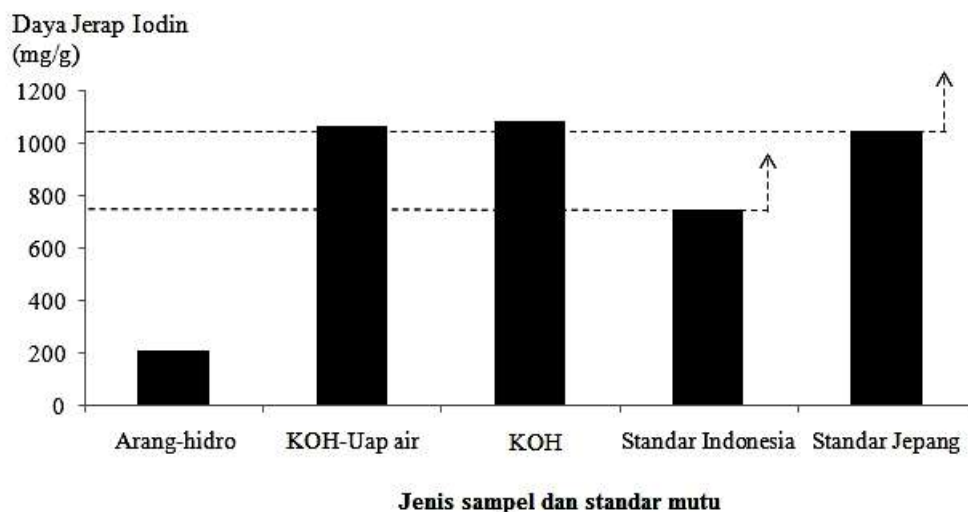
Tabel 1 Analisis proksimat arang-hidro dan karbon aktif

Parameter	Perlakuan			
	Arang-Hidro	Karbon Aktif (KOH-uap air)	Karbon Aktif (KOH)	SNI
Rendemen (%)	38-48	26,00	31,50	-
Kadar air (%)	2,87	0,90	6,50	Maks 15
Kadar zat terbang (%)	46,80	6,06	7,96	Maks 25
Kadar abu (%)	4,05	4,25	5,20	Maks 10
Kadar karbon terikat (%)	49,15	89,69	86,84	Min 65



Gambar 1. Difraktogram sinar-X arang hidro (a), karbon aktif KOH-uap air (b), dan karbon aktif KOH (c)

Kemampuan daya jerap iodin pada arang-hidro ampas singkong masih rendah yaitu sebesar 207,65 mg/g (Gambar 2). Pembentukan pori belum banyak terjadi jika dibandingkan dengan karbon aktifnya sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Daya jerap iodin dari arang-hidro dan karbon aktif (KOH dan KOH uap air) serta batas standar mutu

Disisi lain, karakteristik arang-hidro yang bersifat amorf dan mengandung zat mudah menguap tinggi sangat berpotensi menghasilkan karbon aktif dengan porositas tinggi. Menurut Raymundo-Pinero *et al.* (2005) struktur yang amorf dan mengandung zat mudah menguap tinggi (Manocha *et al.* 2010) akan membantu penataan karbon saat aktivasi berlangsung, menghasilkan karbon aktif dengan porositas tinggi.

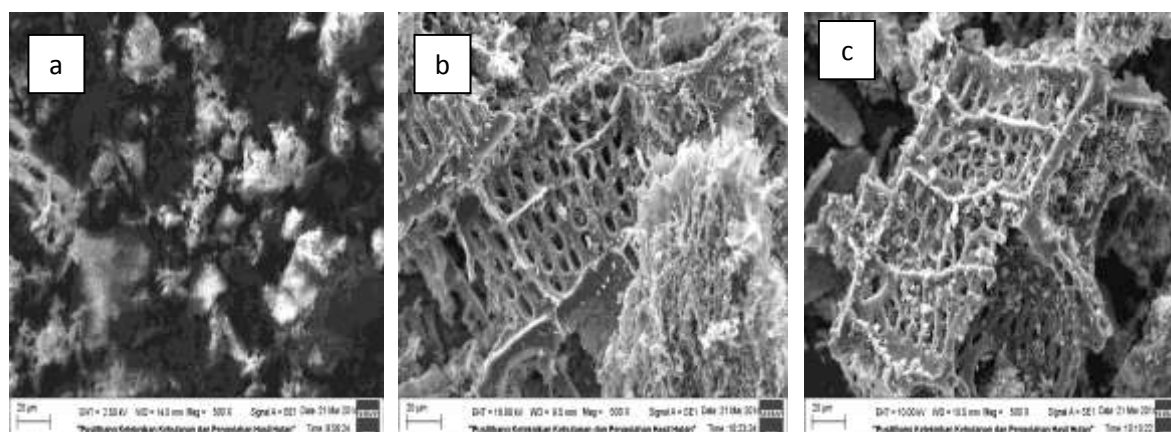
Karbon Aktif

Karbonisasi hidrotermal berlangsung pada suhu 250°C dan untuk proses aktivasi berlangsung pada suhu 800°C. Semakin tinggi temperatur, maka reaksi berlangsung lebih cepat, yang berarti laju reaksi semakin meningkat sehingga terjadi dekomposisi yang menurunkan hasil. Pada proses aktivasi arang-hidro menjadi karbon aktif terjadi pelepasan zat mudah menguap karena pengaruh suhu dan aktivator KOH. Rendemen pada aktivasi KOH-uap air lebih rendah dari KOH. Uap air menyebabkan proses oksidasi arang-hidro lebih besar dengan melepaskan gas seperti CO dan CO₂ (Ehrburger *et al.* 1986). Uap air juga menyebabkan terjadinya siklus KOH sehingga proses dekomposisi lebih intensif dibandingkan aktivasi KOH sehingga dihasilkan karbon aktif dengan sifat lebih baik (Tabel 1).

Struktur arang-hidro hasil analisis XRD mengalami perubahan setelah diaktivasi (Gambar 1). Struktur pada puncak disekitar sudut 20-30° sedikit lebih tajam dan terjadi pergeseran mendekati struktur grafit. Puncak tertinggi terdapat pada sudut disekitar 26° yang menunjukkan bahwa pembentukan lapisan aromatik karbon telah terbentuk. Setelah diaktivasi juga muncul puncak baru disekitar sudut 43° sebagai indikasi penyusunan aromatik karbon pada arah mendatar. Melalui proses aktivasi terjadi penataan unsur karbon sejalan dengan peningkatan karbon terikat dan lepasnya zat mudah menguap. Perubahan karakter ini berpengaruh terhadap konduktivitas elektrik. Kemurnian karbon yang tinggi dan telah terbentuknya aromatik karbon baik pada arah vertikal maupun horizontal mengakibatkan pergerakan elektron menjadi lebih mudah sehingga meningkatkan konduktivitas.

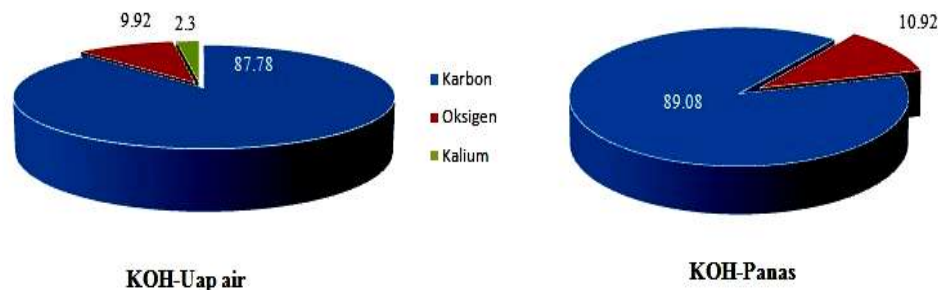
Konduktivitas pada karbon aktif KOH-uap air lebih tinggi dari pada karbon aktif KOH yaitu masing-masing 518 dan 113 S/m.. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya kandungan karbon terikat (Tabel 1) dan intensitas pada sudut disekitar 43° yang lebih tinggi pada karbon aktif KOH-uap air. Pengaruh lain yang sebenarnya tidak diharapkan adalah kemungkinan dampak terdapatnya unsur K pada karbon aktif KOH-uap air. Kalium yang terinterkalasi diantara struktur aromatik karbon akan meningkatkan konduktivitas dalam bentuk konduktivitas ion.

Karbon aktif dari kedua proses aktivasi ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia. Selanjutnya ditinjau dari kemampuan daya jerap iodin, karbon aktif dari kedua proses ini cukup tinggi bahkan diatas standar yang berlaku di Jepang yaitu diatas 1050 mg/g (Gambar 2). Pemberian uap air ternyata berdampak juga terhadap penurunan porositas. Kemampuan daya jerap iodin karbon aktif KOH-uap air sedikit lebih rendah dari pada karbon aktif KOH. Dekomposisi yang tinggi akibat pemberian uap air menyebabkan terjadinya pelebaran pori. Fenomena tersebut juga dapat diketahui dari morfologi permukaan karbon aktif (Gambar 3).



Gambar 3. Morfologi permukaan arang-hidro (a), karbon aktif KOH-uap air (b), dan karbon aktif KOH (c)

Reaksi yang intensif pada aktivasi KOH-uap air dan terjadinya siklus KOH menyebabkan interkalasi unsur kalium ke dalam struktur karbon lebih besar. Hal ini menyebabkan terdapatnya unsur K hasil analisis EDS (Gambar 4). Pada saat pencucian dengan menggunakan HCl sekalipun, unsur K ini lebih sulit dihilangkan.



Gambar 4. Kandungan relatif unsur karbon aktif menggunakan EDS

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Proses karbonisasi hidrotermal dan aktivasi kimia (KOH dan KOH-uap air) mampu menghasilkan karbon aktif dari limbah ampas singkong dengan porositas tinggi dan konduktivitas yang baik.
2. Aktivasi menggunakan KOH akan lebih berpotensi dikembangkan dalam skala lebih besar karena menghasilkan rendemen jauh lebih tinggi dan daya jerap iod lebih baik.

Saran

Untuk mendapatkan karbon aktif murni tanpa pengotor dari peralatan produksi dan aktivator yang digunakan, maka perlu dilakukan proses pencucian atau pemurnian yang lebih baik lagi. Selanjutnya untuk melihat kinerja dari karbon aktif yang dihasilkan maka perlu diuji kinerjanya dalam bentuk suatu produk seperti sebagai elektroda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadpour, Do DD. 1996. The preparation of active carbons from coal by chemical and physical activation. *Carbon*. 34(4):471-479.
- Asano N, Nishimura J, Nishimiya K, Hata T, Imamura Y, Ishihara S, Tomita B. 1999. Formaldehyde reduction in indoor environments by wood charcoals. *J Intl Chem*. 3(2): 112-113.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1995. *Arang Aktif Teknis*. SNI 06-3730-1995. Jakarta
- Ehrburger P, Addoun A, Addoun F, Donnet JB. 1986. Carbonization of coals in the presence of alkaline hydroxides and carbonates: formation of activated carbons. *Fuel*. 65(10):1447-1449.
- Khiar A, Arof A. 2010. Conductivity studies of starch-based polymer electrolytes. *Ionics*. 16(2):123-129.
- Kierzek K, Grazyna G, Jacek M. 2006. Modeling porosity development during KOH activation of coal and pitch-derived carbon for electrochemical capacitors. *New Carbon Based Materials for Electrochemical and Fuel Cells Energy Storage Systems: Batteries, Supercapacitors*. Barsukov IV, Christopher SJ, Joseph ED, Vyacheslav ZB. Netherlands, Springer.
- Libra JA, Ro KS, Kammann C, Funke A, Berge ND, Neubauer Y, Titirici MM, Fühner CF, Bens O, Kern J, et al. 2011. Hydrothermal carbonization of biomass residuals: a comparative review of the chemistry, processes and applications of wet and dry pyrolysis. *Biofuels*. 2(1):89-124.
- Linden D. 2002. *Primary Batteries-Introduction*. *Handbook of Batteries 3 Ed*. USA: Mc Graw-Hill Companies inc. 164-200.
- Manocha S, Chavda AJ, Punvar PD, Patel K. 2010. Activated carbon from waste biomass of phyllisum husk : effect of steam activation on surface characteristics. *Journal of Pure and Applied Sciences*. 18:88-91.

- Prabawati S, Richana N, Suismono. 2011. *Inovasi Pengolahan Singkong Meningkatkan Pendapatan dan Diversifikasi Pangan*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Raymundo-Pinero E, Azais P, Cacciaguerra T, Cazorla-Amorós D, Linares-Solano A, Béguin F. 2005. KOH and NaOH activation mechanisms of multiwalled carbon nanotubes with different structural organisation. *Carbon*. 43(4):786-795.
- Sonibare OO, Haeger T, Foley SF. 2010. Structural characterization of Nigerian coals by X-ray diffraction, Raman and FTIR spectroscopy. *Energy*. 35(12):5347-5353.
- Suzuki, RM. 2007. Preparation and Characterization of Activated Carbon from Rice Bran. *J. Departemen of Chemistry*. Brazil (ID) : Universidade Estadual de Maringó (BR): 1985-1991.

PEMBUATAN BIODIESEL DARI BIJI MALAPARI (*Pongamia pinnata**) (MAKING OF BIODIESEL FROM *Pongimia pinnata* SEED)

Djeni Hendra dan Sri Komarayati**)

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan,
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610 Telp. (0251) 8633378, Fax. (0251) 86333413
Email : djeni_hendra@yahoo.co.id ; srikomp3hh@yahoo.com

ABSTRAK

Ketersediaan bahan bakar minyak fosil semakin menipis, oleh karena itu dibutuhkan bahan bakar alternatif. Biji malapari (*Pongamia pinnata*) merupakan salah satu bahan memiliki potensi yang cukup besar untuk dijadikan biodiesel, karena inti bijinya memiliki kandungan minyak yang cukup tinggi yaitu sebesar 31,66%. Pembuatan minyak biodiesel dari minyak biji malapari, beberapa mutunya sudah sesuai dengan persyaratan ketentuan standar biodiesel (SNI-2006) dengan menggunakan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan HCl 1% (v/v) pada proses esterifikasi dan katalis metanol 15% (v/v) dan KOH 0,4% (b/v) pada proses transesterifikasi, menghasilkan biodiesel dengan nilai kadar air sebesar 0,048%, bilangan asam 0,82 mg KOH/g, kadar asam lemak bebas 0,43%, densitas 886 kg/m³, viskositas kinematik pada suhu 40 °C 5,41 mm²/s (cSt), bilangan penyabunan 196,24 mg KOH/g, Kadar alkil ester 104,55% massa, bilangan lod 48,73 g I₂/100 g, angka setana 63,15 dan titik nyala 111,5 °C.

Kata kunci : Malapari, minyak, biodiesel, esterifikasi-transesterifikasi, fosil.

PENDAHULUAN

Krisis energi yang melanda dunia telah membangunkan kesadaran banyak Negara untuk memikirkan jalan keluar dalam mengatasi sumber energi bahan bakar minyak (BBM) yang semakin lama semakin berkurang akibat eksploitasi dan pemakaian yang sangat besar. Untuk menekan pertumbuhan konsumsi BBM domestik, pemerintah menerbitkan instruksi presiden No.1 tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (biofuel) sebagai alternatif bahan bakar. Oleh karena itu eksplorasi dan eksploitasi terhadap sumber-sumber bahan bakar alternatif saat ini menjadi sebuah kebutuhan. Permasalahan pemakaian BBM minyak bumi adalah karena sifatnya yang tidak dapat dipulihkan (*non renewable*), oleh karena itu perlu disubstitusi oleh bahan bakar yang dapat dipulihkan antara lain yang berasal dari tanaman pertanian atau kehutanan. Dihubungkan dengan kebijakan energi nasional dibidang intensifikasi, keterkaitannya adalah dapat memanfaatkan areal hutan semaksimal mungkin secara intensif dan ekstensif untuk pengembangan tanaman hutan penghasil energi. Program nasional diversifikasi energi adalah pengkayaan produksi jenis-jenis bahan energi baru yang dapat dipulihkan, di antaranya bahan bakar pengganti solar (biodiesel) dari minyak nabati (Krause, 2001).

Sehubungan dengan itu, penelitian tentang pemanfaatan jenis-jenis pohon dari hutan tanaman yang bijinya menghasilkan minyak sebagai bahan baku pembuatan biodiesel perlu terus dilakukan dan ditingkatkan. Biodiesel adalah BBM sejenis solar sebagai bahan bakar mesin diesel, mobil atau otomotif lainnya yang dibuat dari bahan nabati berupa minyak yang dalam penelitian ini bahan bakunya adalah minyak dari biji malapari (*Pongamia pinnata*) yang mempunyai nilai bilangan asam tinggi.



Gambar 1. Pohon, buah dan biji malapari

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji malapari (*Pongamia pinnata*). Bahan kimia yang digunakan antara lain metanol, etanol, asam klorida, air suling, asam asetat, natrium tio sulfat, kalium yodida, natrium hidroksida, kalium hidroksida, penol phtaelin (PP) dan lain-lain. Peralatan yang digunakan antara lain mesin pengepres biji sistem semi kontinyu dan pres hidrolik manual, alat destilasi metanol sisa, kompor listrik, pengaduk (stirer), desikator, penangas air, labu ukur, pH meter, piknometer, erlenmeyer asah, timbangan kasar, neraca sartorius, oven, pendingin tegak, pipet, corong pemisah, viscometer, mesin dieseldan motor genset.

Penelitian Pendahuluan

Proses pembuatan biodiesel terlebih dahulu harus dilakukan penelitian pendahuluan secara laboratorium dengan tujuan untuk menetapkan kondisi optimum. Proses *degumming* I, dilakukan dengan cara memanaskan minyak mentah (*crude oil*) sampai suhu 60° C kemudian ditambahkan larutan H_3PO_4 dengan konsentrasi 0,25%, 0,50% dan 0,75% (v/v). Proses *degumming* II, hasil *degumming* I dipanaskan sampai suhu 60° C, selanjutnya ditambahkan campuran bentonit dan zeolit dengan perbandingan (0,5% : 0,5%), (1,5% : 1,0%) dan (2,5% : 3,0%). Proses esterifikasi menggunakan campuran metanol teknis 10%, 15% dan 20% dengan katalis HCl 0,50%, 0,75% dan 1,0%, sedangkan untuk proses transesterifikasi digunakan campuran metanol teknis 10%, 15%, dan 20% dengan katalis KOH 0,2%, 0,4% dan 0,6%. Hasil yang optimum akan diterapkan pada pembuatan biodiesel skala besar.

Ekstraksi minyak

Biji yang telah dikupas cangkangnya, dikeringkan di bawah sinar matahari atau oven sampai kadar air 8-12% dan selanjutnya diekstrak menggunakan mesin press semi kontinyu (sistem skrew), kapasitas 50 dan kg/jam untuk memperbesar rendemen minyak, biji yang sudah dipres (bungkil) digiling kembali dan dicampurkan dengan endapan minyak. Selanjutnya dimasukkan ke dalam alat kempa hidrolik manual.

Degumming

Minyak kasar yang dihasilkan dari proses ekstraksi, dilakukan proses *degumming* untuk memisahkan dari kotoran yaitu gum (getah), protein, fosfolipid dan resin yang terdapat pada biji malapari.

Proses degamming I, ditimbang minyak mentah (*crude oil*) kemudian dimasukkan ke dalam reaktor *degumming* multi fungsi, kemudian dipanaskan hingga mencapai 60-70° C, dan selanjutnya ditambahkan larutan asam fosfat teknis dan diaduk dengan kecepatan tinggi selama 30 menit. Minyak di keluarkan dari reaktor kemudian dimasukkan dalam alat pemisah (drum plastik yang dimodifikasi) untuk memisahkan getah (gum), protein, fosfolipid dan lain-lain. Proses *degamming* II, hasil *degumming* I dipanaskan sampai suhu 60° C, selanjutnya ditambahkan campuran bentonit dan zeolit dengan perbandingan (0,5% : 0,5%), (1,5% : 1,0%) dan (2,5% : 3,0%).

Proses esterifikasi

Proses esterifikasi dilakukan secara khusus untuk minyak malapari, karena diduga minyak ini mengandung kadar FFA (asam lemak bebas) dalam jumlah yang cukup besar yaitu >5 mg basa/g. Oleh

karena itu proses esterifikasi dilakukan sebanyak 2 kali yaitu agar bilangan asam sebelum proses transesterifikasi diperoleh sebesar <2 mg basa/g.

Campurkan katalis metanol teknis dengan asam kuat, kemudian campuran tersebut dimasukkan ke dalam reaktor *degumming* multi fungsi yang sudah berisi minyak mentah hasil perlakuan *degumming*. Reaktor dilengkapi dengan kondensor untuk mengkondensasi uap metanol agar masuk kembali ke dalam reaktor. Campuran tersebut direaksikan pada suhu 60°C selama 60-90 menit sambil diaduk dengan kecepatan tinggi. Setelah proses esterifikasi selesai, campuran tersebut dimasukkan ke dalam drum pemisah metanol, minimum didiamkan selama ± 3 jam.

Proses transesterifikasi

Setelah asam lemak bebas (FFA) dikonversi menjadi metil ester, yang tersisa dalam minyak adalah trigliserida. Proses transesterifikasi dilakukan untuk mengkonversi trigliserida dalam minyak menjadi metil ester. Proses tersebut menggunakan katalis basa.

Campurkan katalis metanol teknis dengan basa kuat, selanjutnya dimasukan ke dalam reaktor yang sudah berisi minyak dengan waktu reaksi selama 30 menit pada suhu 60°C . Setelah reaksi transesterifikasi dianggap selesai dan biodiesel yang terbentuk dimasukkan ke dalam drum pemisah untuk memisahkan campuran metanol dan gliserol dari minyak biodiesel. Minyak biodiesel selanjutnya dicuci dengan menggunakan air hangat sebanyak 30% (v/v) dari minyak biodiesel sampai air cucian netral (pH 7).

Analisis sifat fisiko-kimia biodiesel

Analisis meliputi sifat fisiko-kimia biodiesel sesuai standar SNI 04-7182-2006 antara lain : *flash point*, *water & sediment*, *viscositas*, densitas, bilangan asam, FFA, bilangan iodium, penyabunan, kadar ester alkil, bilangan setana, dan uji coba konsumsi bahan bakar pada mesin diesel (genset dan mesin diesel pertanian).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pendahuluan disampaikan pada Tabel 1 yaitu sifat fisiko kimia minyak mentah (*crude oil*) dari biji malapari, Tabel 2. bilangan asam sebelum dan sesudah proses *degumming* I dan *degumming* II, Tabel 3. bilangan asam sebelum dan sesudah proses esterifikasi, Tabel 4. bilangan asam sebelum dan sesudah proses transesterifikasi, Tabel 5. rendemen biodiesel dari minyak biji malapari, dan Tabel 6. perbandingan data analisis biodiesel malapari dengan SNI-04-7182-2006 sedangkan hasil penelitian utama disampaikan dalam Tabel 7 yaitu sifat fisiko kimia biodiesel dari minyak biji malapari dengan SNI-2006.

Tabel 1. Sifat fisiko kimia minyak mentah (*crude oil*) dari biji malapari

No	Parameter	Nilai/Value
1.	Bilangan asam (<i>Acid number</i>), mg KOH/g	12,17
2.	Kadar asam lemak bebas (<i>Free fatty acid number</i>), %	6,08
3.	Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	1,74
4.	Densitas (<i>Density</i>), kg/m^3	0,944
5.	Viskositas kinematik (<i>Kinematic viscosity</i>), $\text{mm}^2/\text{s}(\text{cSt})$	36,8
6.	Rendemen (<i>Yield</i>), %	31,66
7.	Penampakan minyak mentah (<i>Crude oil appearance</i>)	Coklat tua

Rendemen minyak malapari (*crude*) yang dihasilkan dari proses ekstraksi dengan sistem kempa hidrolik manual sebesar 31,66%. Nilai rendemen sangat dipengaruhi oleh tempat tumbuh, waktu panen, penyimpanan biji, faktor genetik, dan cara ekstraksi minyak (Sudradjat *et al.*, 2007). Minyak hasil ekstraksi berwarna coklat tua, hal ini menunjukkan bahwa masih banyaknya kandungan *gum* (getah) atau lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, karbohidrat, dan resin yang terkandung dalam minyak biji malapari.

Tabel 2. Bilangan asam degumming I dan degumming II

H ₃ PO ₄	Bilangan asam degumming I (mg KOH/g)	% FFA	Campuran bentonit dan zeolit (%)	Bilangan asam degumming II (mg KOH/g)	% FFA
0,25%	10,74	5,57	0,5 : 0,5	7,15	3,58
0,50%	11,02	5,51	1,5 : 1	7,85	3,93
0,75%	11,26	5,63	2,5 : 3	7,57	3,78

Keterangan : FFA = Kadar asam lemak bebas

Bilangan asam terendah terdapat pada perlakuan *degumming* dengan penambahan katalis H₃PO₄ 0,25% sebesar 10,74 mg KOH/g, yang dilanjutkan dengan *degumming* II menggunakan campuran bentonit dan zeolit (0,5% : 0,5%) b/v, sebesar 7,15 mg KOH/g, sedangkan bilangan asam tertinggi terdapat pada penambahan katalis H₃PO₄ 0,50% sebesar 11,02mg KOH/g yang dilanjutkan dengan *degumming* II menggunakan campuran bentonit dan zeolit (1,5% : 1%) b/v, sebesar 7,85 mg KOH/g. Kondisi minyak seperti ini akan menyebabkan tingginya viskositas (kekentalan), densitas (berat jenis), bilangan asam minyak dan akan memperlambat proses reaksi selanjutnya yaitu proses esterifikasi dan transesterifikasi.

Tabel 3. Bilangan asam sebelum dan sesudah proses esterifikasi

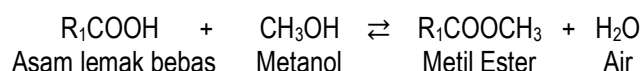
Konsentrasi metanol	Bilangan asam sebelum esterifikasi (mg KOH/g)	% FFA	Katalis HCl (%)	Bilangan asam setelah esterifikasi (mg KOH/g)	% FFA
10%	7,15	3,58	0,50	1,95	0,98
15%	7,85	3,93	0,75	2,76	1,38
20%	7,57	3,78	1,0	1,59	0,80

Keterangan : FFA = Kadar asam lemak bebas

Esterifikasi merupakan salah satu tahapan dalam pembuatan biodiesel yang bertujuan untuk menurunkan bilangan asam lemak bebas pada minyak nabati yang digunakan untuk bahan bakupada pembuatan biodiesel.

Penelitian pendahuluan ini menggunakan katalis cair yaitu HCl, sedangkan jumlah katalis metanol teknis yang ditambahkan pada saat proses esterifikasi yaitu 10%, 15% dan 20%, jika bilangan asam tinggi sekali, penggunaan metanol dapat dihitung berdasarkan nisbah molar 20:1 terhadap asam lemak bebas (FFA)-nya (Canaki dan Gerpen, 2001). Penggunaan metanol dengan nisbah molar 20:1 terhadap FFA ini dinilai paling efektif untuk esterifikasi FFA. Jumlah katalis metanol tersebut dibuat berlebih agar menghindari reaksi bolak-balik. Proses esterifikasi dilakukan selama 1 jam pada suhu 60°C yang dibuat konstan (stabil).

Penurunan bilangan asam atau kadar asam lemak bebas dalam biodiesel dapat dilakukan melalui proses esterifikasi. Menurut Sonntag (1981), proses esterifikasi terjadi bila asam lemak direaksikan dengan gliserol atau alkohol dan membentuk ester serta melepaskan molekul air.



Bilangan asam hasil esterifikasi turun sangat signifikan dibandingkan bilangan asam sebelum esterifikasi (Tabel 4). Penurunan bilangan asam terbesar terdapat pada perlakuan pemberian campuran katalis metanol 20% (v/v) dengan HCl 1% (v/v) yaitu sebesar 1,59 mg KOH/g.

Pemberian katalis bertujuan untuk mempercepat reaksi yang terjadi, jenis katalis yang digunakan adalah asam klorida. Proses esterifikasi menghasilkan produk dengan dua lapisan yang sangat berbeda, sehingga mudah dipisahkan. Lapisan atas adalah gliserol, dan sisa metanol asam sedangkan lapisan bagian bawah adalah campuran metil ester dan pengotor, dan selanjutnya didekantasi (aging) minimal 3 jam agar terjadi pengendapan gliserol secara sempurna.

Keberhasilan proses esterifikasi ditentukan oleh beberapa parameter diantaranya adalah penurunan viskositas, densitas dan bilangan asam. Proses esterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya

adalah suhu, kecepatan pengadukan, waktu, rasio molar metanol-minyak, katalis dan bilangan asam dari bahan baku.

Tabel 4. Bilangan asam sebelum dan sesudah proses transesterifikasi

Konsentrasi metanol	Bilangan asam sebelum transesterifikasi (mg KOH/g)	% FFA	Katalis KOH	Bilangan asam sesudah transesterifikasi (mgKOH/g)	% FFA
10%	1,95	0,98	0,2%	0,79	0,40
15%	2,76	1,38	0,4%	0,74	0,37
20%	1,59	0,80	0,6%	0,78	0,39

Keterangan : FFA = Kadar asam lemak bebas

Reaksi transesterifikasi merupakan proses reaksi penyempurnaan dari pembuatan biodiesel. Pada transesterifikasi, minyak dan lemak yang belum bereaksi pada proses esterifikasi dikonversikan menjadi biodiesel. Jumlah katalis metanol teknis yang ditambahkan pada saat transesterifikasi dihitung berdasarkan nisbah molar 10%, 15% dan 20% (v/v) terhadap volume minyak dan ditambahkan katalis basa (KOH) dengan konsentrasi 0,2%, 0,4% dan 0,6%. Reaksi transesterifikasi berlangsung selama 60 menit pada suhu 60°C.

Tabel 5. menunjukkan bahwa bilangan asam minyak biodiesel sudah memenuhi standar biodiesel (SNI-2006), Hal tersebut menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan sedikit sekali mengandung asam lemak bebas atau hampir seluruh asam lemak yang ada telah dikonversikan menjadi metil ester. Hasil biodiesel tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian campuran katalis metanol 10% (v/v) dan KOH 0,2% (b/v) yaitu sebesar 0,79 mg KOH/g, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan pemberian campuran katalis metanol 10% (v/v) dan KOH 0,2% (b/v) yaitu sebesar 0,79 mg KOH/g.

Setelah reaksi transesterifikasi selesai, kemudian dilakukan proses pencucian. Pencucian ini bertujuan membuang gliserol yang terbentuk dan melarutkan metanol sisa reaksi. Pencucian dilakukan selama 3 kali berturut-turut hingga biodiesel bersih dan netral. Indikator keberhasilan proses ini dapat dilihat dari penampakan air limbah pencucian yang bersih dengan pHnya netral (pH=7).

Tabel 5. Rendemen biodiesel dari minyak biji malapari

Konsentrasi	Volume awal minyak (ml)	Volume Akhir minyak (ml)	Rendemen (% v/v)
KOH 0,2% (ME 10%)	1.000	847	84,7
KOH 0,4% (ME15%)	1.000	826	82,6
KOH 0,6% (ME20%)	1.000	659	65,9

Keterangan : ME = Metanol

Rendemen biodiesel setelah pemurnian terlihat pada Tabel 6. Rendemen tertinggi dihasilkan pada proses transesterifikasi yang menggunakan penambahan campuran katalis metanol 10% (v/v) dan KOH 0,2% (b/v) yaitu sebesar 84,7%, dan terendah terdapat pada campuran katalis metanol 20% (v/v) dan KOH 0,6% (b/v) yaitu sebesar 65,9%. Perbedaan rendemen biodiesel ini dipengaruhi oleh faktor katalis, suhu dan kecepatan pengadukan saat perlakuan transesterifikasi.

Tabel 6. Perbandingan data analisis biodiesel malapari dengan SNI-04-7182-2006

Konsentrasi	Bilangan asam (mg KOH/g)	Densitas (g/ml)	Kadar air (%)	Bilangan iod (g I ₂ /100g)	Viskositas (cSt)	Kadar ester alkil (mg KOH/g)	Bilangan penyabunan (mg KOH/g)	Bilangan setana
KOH 0,2% (ME 10%)	0,79	0.900	0.18	40,025	5.6	110.81	284,31	56,49
KOH 0,4% (ME 15%)	0,74	0.889	0.07	40,296	5,8	120.27	255,88	58,56
KOH 0,6% (ME20%)	0,78	0.901	0.09	41,921	6,0	118.43	227,45	60,86
Batas SNI biodiesel	Maks. 0,80	0,850-0,890	Maks. 0,05	Maks. 115	2,3-6,0	Min. 96,5	-	Min. 51

Keterangan : ME = Metanol

Asam lemak bebas (FFA) merupakan asam karboksilat yang diperoleh dari hidrolisis suatu lemak atau minyak (Fessenden dan Fessenden, 1986). Bilangan asam adalah ukuran jumlah FFA yang dihitung berdasarkan bobot molekul asam lemak atau campuran asam lemak. Nilai bilangan asam yaitu jumlah milligram NaOH atau KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari satu gram minyak atau lemak (Ketaren, 2005). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pembuatan minyak biodiesel dari bahan baku minyak biji malapari, menghasilkan nilai bilangan asam berkisar antara 0,74 – 0,79 mg KOH/g (Tabel 7). Bilangan asam terendah terdapat pada penambahan campuran katalis metanol 15% (v/v) dan KOH 0,4% (b/v) sebesar 0,74 mg KOH/g. Nilai bilangan asam ini memenuhi persyaratan standar biodiesel (SNI-2006) yang mensyaratkan bilangan asam max 0,8 mg KOH/g. Semakin tinggi bilangan asam pada minyak biodiesel, semakin besar kemungkinan terjadinya korosi, yang pada akhirnya dapat merusak komponen mesin diesel yang digunakan.

Densitas menunjukkan nisbah berat persatuan volume dari suatu cairan pada suhu tertentu, nilai densitas minyak biodiesel malapariberkisar antara 0.889 – 0.901 g/ml (Tabel 7), nilai densitas tertinggi terdapat pada perlakuan transesterifikasi dengan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan KOH 0,6 % (b/v), yaitu sebesar 0.901 g/ml, sedangkan densitas terendah terdapat pada perlakuan transesterifikasi dengan campuran katalis metanol 15% (v/v) dan KOH 0,4% (b/v) yaitu sebesar 0,889 g/ml. Minyak biodiesel dengan nilai densitas melebihi ketentuan persyaratan standar biodiesel (SNI-2006) sebesar 0,850 – 0,890 g/ml, akan meningkatkan keausan mesin, tingginya emisi, dan dapat merusak komponen mesin.

Kadar air dalam biodiesel perlu diukur karena air dapat mempercepat proses hidrolisis dan dapat menaikkan nilai bilangan asam. Kadar air minyak biodiesel berkisar antara 0,07 – 0,18% (Tabel 7), kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan transesterifikasi dengan campuran katalis metanol 15% (v/v) dan KOH 0,4% (b/v) sebesar 0,18%, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan transesterifikasi dengan campuran katalis metanol 10% (v/v) dan KOH 0,2% (b/v) sebesar 0,07%. Kadar air yang nilainya di atas ketentuan persyaratan standar biodiesel (SNI-2006) akan menyebabkan reaksi hidrolisis pada biodiesel sehingga akan meningkatkan bilangan asam, menurunkan pH, dan meningkatkan sifat korosif. Selain itu, pada suhu rendah, air dapat menyulitkan pemisahan biodiesel murni pada proses *blending*.

Bilangan Iod menunjukkan banyaknya ikatan rangkap dua di dalam asam lemak penyusun biodiesel (Ketaren, 2005). Asam lemak yang tidak jenuh dalam minyak dan lemak mampu bereaksi dengan sejumlah iodine dan membentuk senyawa yang jenuh. Bilangan Iod dinyatakan sebagai jumlah gram iod yang diserap oleh 100 gram minyak atau lemak. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bilangan Iod biodiesel malapari dapat dilihat pada Tabel 7. Nilai bilangan Iod biodiesel berkisar antara 40,025-41,921 g I₂/100 g, nilai tersebut masih berada pada kisaran yang disyaratkan standar biodiesel (SNI-2006), yaitu maksimum 115 g I₂/100g. Mesin diesel dengan bahan bakar minyak biodiesel yang memiliki bilangan Iod lebih besar dari 115 g I₂/100g, maka akan terbentuk deposit di lubang saluran injeksi, cincin piston, dan kanal cincin piston. Keadaan ini disebabkan lemak ikatan rangkap mengalami ketidakstabilan akibat suhu panas sehingga terjadi reaksi polimerisasi dan terakumulasi dalam bentuk karbonasi atau pembentukan deposit (Pasae *et al.*, 2010).

Viskositas biodiesel tinggi karena adanya ikatan hidrogen intermolekular dalam asam di luar gugus karboksil. Viskositas merupakan sifat bio-diesel yang paling penting karena viskositas mempengaruhi kerja sistem pembakaran bertekanan. Semakin rendah viskositas maka biodiesel tersebut semakin mudah untuk dipompa dan menghasilkan pola semprotan yang lebih baik (Sudrajat *et al.*, 2010). Menurut persyaratan

standar biodiesel (SNI-2006), nilai viskositas kinematik yang diperbolehkan adalah 1,9–6,0 mm²/s(cSt) pada suhu 40° C. Berdasarkan hasil analisis nilai viskositas (Tabel 7), semua perlakuan pada proses pembuatan biodiesel telah memenuhi persyaratan standar biodiesel, yaitu berkisar antara 5,6-6,0 mm²/s (cSt). Nilai viskositas tertinggi terdapat pada perlakuan transesterifikasi dengan penambahan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan KOH 0,6% (b/v) sebesar 6,0 mm²/s (cSt). Hal tersebut mungkin dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya oleh kandungan trigliserida yang tidak bereaksi dengan metanol, komposisi asam lemak penyusun metil ester, serta senyawa antara seperti monogliserida dan digliserida yang mempunyai polaritas dan bobot molekul yang cukup tinggi. Selain itu, kontaminasi gliserin juga mempengaruhi nilai viskositas biodiesel (Bajpai dan Tyagi, 2006).

Bilangan ester dihitung sebagai selisih antara bilangan asam dan bilangan penyabunan. Meskipun tidak menunjukkan jumlah senyawa ester sebenarnya, tetapi secara teoritis bilangan ini dapat memperkirakan jumlah asam organik yang sebenarnya sebagai ester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan memiliki jumlah asam organik yang tinggi (Tabel 7). Nilai tersebut juga masih di atas minimum standar biodiesel (SNI-2006) yaitu sebesar 96,5 mg KOH/g.

Bilangan penyabunan tidak ditetapkan dalam SNI biodiesel, akan tetapi dapat digunakan untuk menetapkan angka setana biodiesel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, bilangan penyabunan tertinggi terdapat pada perlakuan transesterifikasi dengan penambahan campuran katalis metanol 10% (v/v) dan KOH 0,2% (b/v) sebesar 284,31 mg KOH/g, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan transesterifikasi dengan penambahan campuran katalis metanol 20% dan KOH 0,6% (b/v). Besarnya bilangan penyabunan berbanding terbalik dengan berat molekul minyak, minyak dengan berat molekul rendah memiliki bilangan penyabunan yang lebih tinggi (Kataren, 2008).

Bilangan setana merupakan ukuran kualitas pembakaran bahan bakar diesel, yang menyatakan selisih antara awal injeksi dan awal terjadinya pembakaran di dalam mesin diesel. Bilangan setana yang tinggi menandakan pendeknya kelambatan pembakaran sehingga semakin sedikit jumlah bahan bakar yang terdapat pada ruang bakar pada saat pembakaran. Bilangan setana dihitung menggunakan perhitungan cetane index yaitu :

$$\text{Bilangan setana} = 46,3 + (5458 / \text{bil. Penyabunan} - 0,225 \times \text{bil. lod})$$

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, perlakuan *degumming* menggunakan penambahan katalis H₃PO₄ 0,25%, yang dilanjutkan dengan *degumming* II menggunakan campuran bentonit dan zeolit (0,5% : 0,5%) b/v, esterifikasi menggunakan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan HCl 1% (v/v) dan transesterifikasi menggunakan campuran katalis metanol 15% (v/v) dan KOH 0,4% (b/v). Hasil dari penelitian utama disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Sifat fisiko kimia biodiesel dari minyak biji malapari

No.	Parameter	Nilai	Standar biodiesel SNI
1.	Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	0,048	Max 0,05
2.	Bilangan asam (<i>Acid value</i>), mg KOH/g	0,82	Max 0,8
3.	Kadar asam lemak bebas (<i>Free fatty acid number</i>), %	0,43	-
4.	Densitas (<i>Density</i>), kg/m ³	0,886	850-890
5.	Viskositas kinematik (<i>Kinematic viscosity</i>), mm ² /s (cSt)	5,41	2,3-6,0
6.	Bilangan penyabunan (<i>Base number</i>), mg KOH/g	196,24	-
7.	Kadar ester alkil (<i>Alcyl ester content</i>), % massa	104,55	Min.96,5
8.	Bilangan iodium (<i>Iod number</i>), g I ₂ /100g	48,73	Mak.115
9.	Bilangan setana (<i>Cetane number</i>)	63,15	Min.51
10.	Titik nyala (<i>Flash point</i>), °C	111,5	Min. 100
11.	Suhu destilasi (<i>Destillation temp.</i>), °C	-	360
12.	Penampakan minyak biodiesel (<i>Biodiesel oil appearance</i>)	Kuning cerah	-

Aplikasi penggunaan minyak biodiesel malapari untuk bahan bakar mesin diesel 7 PK untuk menjalankan pompa air dengan tekanan gas sedang, menghabiskan minyak biodiesel sebanyak 1 liter selama 2 jam. Minyak biodiesel malapari lebih irit 1/2 jam (250 ml) dibandingkan dengan minyak solar dengan mesin diesel dan perlakuan yang sama.

Aplikasi penggunaan minyak biodiesel padamesin diesel 22 PK merk kobota untuk menggerakkan mesin penggilingan padi selama 1 jam (250 kg padi rata-rata menjadi 170 kg beras), dengan konsumsi bahan bakar biodiesel 1268 ml lebih irit dibandingkan dengan pemakaian minyak solar yaitu sebesar 1666 ml.

KESIMPULAN

1. Pembuatan minyak mentah (crude oil) dari bahan baku biji malapari menghasilkan rendemen sebesar 31,66%.
2. Minyak mentah (crude oil) biji malapari mempunyai nilai bilangan asam sebesar 12,17 mg KOH/g, kadar asam lemak bebas (FFA) 6,08%, kadar air 9,6%, densitas 944 kg/m³, dan viskositas kinematik sebesar 26,57mm²/s (cSt).
3. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, perlakuan *degumming* I menggunakan penambahan katalis H₃PO₄ 0,25%, yang dilanjutkan dengan proses *degumming* II menggunakan campuran bentonit dan zeolit (0,5% : 0,5%) b/v, esterifikasi menggunakan campuran katalis metanol 20% (v/v) dan HCl 1% (v/v) dan transesterifikasi menggunakan campuran katalis metanol 15% (v/v) dan KOH 0,4% (b/v). memiliki kualitas biodiesel yang cukup baik untuk diterapkan pada skala besar.
4. Produksi biodiesel dari penelitian utama menunjukkan bahwa sifat fisiko kimianya telah memenuhi mutu yang sesuai dengan persyaratan SNI biodiesel yaitu kadar air sebesar 0,048%, bilangan asam 0,82 mg KOH/g, kadar asam lemak bebas 0,43%, densitas 886 kg/m³, viskositas kinematik 5,41 mm²/s (cSt), Bilangan penyabunan 196,24 mg/g, kadar ester alkil 104,55% massa, bilangan iod 48,73 g I₂/100 g, bilangan setana 63,15 titik nyala 111,5 °C
5. Aplikasi penggunaan minyak biodiesel malapari untuk bahan bakar mesin diesel 7 PK untuk menjalankan pompa air dengan tekanan gas sedang, menghabiskan minyak biodiesel sebanyak 1 liter selama 2 jam. Minyak biodiesel malapari lebih irit 1/2 jam (250 ml) dibandingkan dengan minyak solar dengan mesin diesel dan perlakuan yang sama.
6. Aplikasi penggunaan minyak biodiesel untuk bahan bakar mesin diesel 22 PK merk Kubota untuk menggerakkan mesin penggilingan padi selama 1 jam dengan konsumsi bahan bakar biodiesel 1268 ml lebih irit dibandingkan dengan pemakaian minyak solar yaitu sebesar 1666 ml.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. Standar Nasional Indonesia SNI 04-7182-2006. BSN. Jakarta.
- 2009. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Tanaman Perkebunan Penghasil Bahan Bakar Nabati (BBN). Bogor (ID): IPB Pr.
- Bajpai, D., and Tyagi, V.K. 2006. Biodiesel Source, Production, Composition, Properties and its Benefits. *Journal of Oleochemical Science* 10 : 487 – 502.
- Canaki M, Gerpen JV. 2001. Biodiesel from oils and fats with high free fatty acids. *Trans Am Soc Automotive Engine* 44:1429-1436.
- Demiebas, A. 2008. Biodiesel A Realistic Fuel Alternative for Diesel Fuel. London : Springer-Verlag.
- Fessenden RJ dan Fessenden JS. 1986. Kimia Organik Jilid II Edisi ke-3. Pustaka AH, penerjemah; Pakpahan M dan Harianja B, editor. Jakarta (ID): Penerbit Erlangga. Terjemahan dari: *Organic Chemistry. Third Edition*.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : UI Press.
- Ketaren, S. 2005. *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Ketaren, S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Krause, R. 2001. Bio and alternative fuels for mobility. In enhancing biodiesel development and use. Proceedings of the International Biodiesel Workshop, Tiara Convention Center, Medan. 24 Oktober 2001. Ditjen Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta.

- Pasae Y., Jalaluddin N., Harlim T., dan Pirman. 2010. Pembuatan Ester Metil dan Ester Isopropil dari Minyak Kepoh Sebagai Produk Antara Aditif Biodiesel. *Jurnal Industri Hasil Pertanian*. 5(2): 98-103.
- Reksowardoyo, R. P. 2005. Melaju kendaraan berkat biji-bijian. *Trubus*, XXXVI / November 2005. Jakarta.
- Samiarso, L. 2001. Indonesian policy on renewable energy development *dalam* enhancing biodiesel development and use. *Proceedings of the International Biodiesel Workshop*, Tiara Convention Center, Medan. 24 Oktober 2001. Ditjen Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Soerawidjaja, T. H. 2002. Menjadikan biodisel sebagai bagian dari liquor fuel mix di Indonesia. Materi presentasi pada Rapat Teknis Penelitian Energi ke-311. Pusat Penelitian Material dan Energi. ITB. Bandung. 21 Juli 2002.
- Soerawidjaja, T.H. 2005. Potensi Sumber Daya Hayati Indonesia Dalam Menghasilkan Bahan Bakar Hayati BBM. Makalah Lokakarya "Pengembangan dan Pemanfaatan Sumber Energi Alternatif Untuk Keberlanjutan Industri Perkebunan dan Kesejahteraan Masyarakat". Hotel Horison. Bandung.
- Sontag NOV. 1982. *Fat Splitting, Esterification and Interesterification*. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Sudradjat, R. dan D. Setiawan. 2003. Teknologi pengolahan biodiesel dari minyak biji jarak pagar. Laporan Hasil Penelitian. Sumber Dana DIK-S DR Tahun 2003. Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor. (*Tidak diterbitkan*).
- Sudradjat, R. dan D. Setiawan. 2004. Teknologi pengolahan biodiesel dari minyak biji jarak pagar. Laporan Hasil Penelitian. Sumber Dana DIK-S DR Tahun 2005. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor. (*Tidak diterbitkan*).
- Sudradjat R., Widyawati Y., dan Setiawan, D. 2007. Optimasi Proses Esterifikasi pada Pembuatan Biodiesel dari Biji Jarak Pagar. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 25(3): 203-224.
- Sudradjat R., Sahirman, Suryani A, dan Setiawan, D. 2010. Proses Transesterifikasi pada Pembuatan Biodiesel Menggunakan Minyak Nyamplung (*Calophyllum innoxium* L.) Yang Telah Dilakukan Esterifikasi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Bogor. 28(2): 184-198.
- Srivastava, and Prasad, P. 2000. Triglycerides base diesel fuels. *Journal of Renewable Sustainability Energy* 4 : 111 – 133.
- Tyson, K.S. 2004. Energy efficiency and renewable energy. U.S. Department of Energy. <http://www.osti.gov/bridge> (24 Mei 2006).

KETAHANAN MERANTI MERAH *Shorea leprosula* Miq. HUTAN ALAM DAN HUTAN TANAMAN TERHADAP SERANGAN JAMUR PELAPUK KAYU

Yuliati Indrayani¹, Gusti Hardiansyah¹, Khaeriah¹, Gustan Pari²

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura Jl. Imam Bonjol, Pontianak 78124

²Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu No 5 Bogor

E-mail: mandaupermai@yahoo.com

ABSTRAK

Menurunnya luasan hutan saat ini menyebabkan berkurangnya pasokan kayu. Usaha yang dapat dilakukan untuk memenuhi pasokan kayu adalah dengan budidaya spesies hutan alam dengan teknik Silvikultur Intensive (Silin). Spesies hutan alam yang dapat dibudidayakan salah satunya adalah meranti merah *Shorea leprosula* Miq. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kualitas kayu meranti hutan alam dan hutan tanaman. Kualitas kayu meranti diamati dengan pengujian terhadap serangan jamur pelapuk kayu white rot (*Picnoporus sanguineus*) dan brown rot (*Tyromyces pallustris*). Pengujian terhadap jamur pelapuk kayu dilakukan berdasarkan JIS 1571 (2004). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu meranti merah dari hutan alam memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap serangan jamur pelapuk kayu dibandingkan dengan kayu meranti merah dari hutan tanaman. Pengurangan berat kayu akibat serangan jamur pelapuk pada kayu meranti merah hutan alam lebih rendah dibandingkan dengan pengurangan berat kayu meranti merah hutan tanaman. Namun pengurangan berat kayu *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman pada pengujian jamur pelapuk *T. pallustris* dan *P. sanguineus* sesuai standar yang disyaratkan oleh JIS, sehingga kayu *S. leprosula* yang berasal dari hutan tanaman dapat dipakai untuk menggantikan kayu *S. leprosula* hutan alam dalam memenuhi kebutuhan kayu.

Keywords: *Shorea leprosula* Miq., Hutan alam, Hutan tanaman, *Picnoporus sanguineus*, *Tyromyces pallustris*

PENDAHULUAN

Persediaan kayu di hutan Indonesia semakin menipis, sedangkan kebutuhan akan pasokan kayu dipasar semakin tinggi. Peningkatan jumlah penduduk di perkirakan merupakan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi melonjaknya permintaan akan kayu dipasaran. Sampai beberapa dekade pemenuhan kebutuhan kayu dipasok dari hutan alam, yang berdiameter besar dan mempunyai sifat yang lebih baik dibandingkan tanaman sejenis dari hutan tanaman. Namun setelah tahun 2000 pasokan kayu dari hutan alam menurun, dan digantikan oleh kayu dari hutan tanaman. Produksi kayu tahun 2000-2006 mencapai 24.3 juta m³, dimana sebanyak 60% berasal dari hutan tanaman (Departemen Kehutanan, 2007).

Perkembangan tersebut memperlihatkan peranan HTI yang besar dalam pemenuhan kebutuhan kayu industri Nasional. Bahkan HTI menggeser peran hutan alam dalam hal memenuhi kebutuhan kayu di Indonesia. Pada tahun 2005 produksi kayu bulat yang bersumber dari hutan alam adalah 20.496.041,7 m³, sedangkan yang bersumber dari hutan tanaman adalah 9.918.618,98 m³. Pada tahun 2009 produksi kayu bulat yang bersumber dari hutan alam menurun menjadi 11.476.397,2 m³ dan yang bersumber dari hutan tanaman meningkat menjadi 19.041.758,14 m³ (Departemen Kehutanan, 2007).

Sistem silvikultur intensif atau tebang pilih tanam Indonesia intensif dalam pengelolaan berprinsip melakukan penanaman secara intensif melalui jalur tanam pada areal bekas tebangan. Silvikultur intensif yaitu teknik memadukan ketiga elemen utama silvikultur yaitu jenis target yang dimuliakan, manipulasi lingkungan dan pengendalian hama terpadu (Soekotjo, 2009). Jenis target yang dimuliakan merupakan spesies yang dibutuhkan dalam industri kayu atau yang diminta oleh pasar dalam jumlah yang cukup besar yang tertuang dalam arsip-arsip perdagangan kayu. Selain ditentukan oleh faktor permintaan terhadap pasar, hal lain yang akan diujikan adalah kelayakan atau kecocokan suatu spesies yang ditanam dilapangan.

Spesies yang dipilih terutama memiliki riap yang tinggi, sehingga produktifitas tanaman menjadi tinggi. Salah satu spesies kayu yang berpotensi untuk dibudidayakan adalah meranti merah (*Shorea leprosula* Miq).

Meranti merah merupakan tanaman yang memiliki potensi untuk pengembangan hutan tanaman. Jenis ini merupakan tanaman asli Indonesia yang tersebar merata dan tumbuh dengan baik di wilayah Kalimantan dan Sumatra (Rujiman et al, 2002). Jenis tanaman ini mampu tumbuh pada areal terbuka dan merupakan jenis yang diprioritaskan dalam pembangunan HTI (Ngatiman dan Murtopo, 2008). Pengembangan hutan tanaman untuk kayu meranti sendiri sudah dilakukan dengan beberapa metode silvikultur yang diterapkan. Salah satu metode silvikultur yang diterapkan untuk tanaman meranti (*Shorea* sp) adalah silvikultur intensif (Silin). Dengan metode ini meranti dapat tumbuh dan dipanen dalam waktu 10 tahun.

Kualitas kayu salah satunya dipengaruhi oleh umur kayu yang berkaitan dengan zat – zat kimia yang terkandung didalamnya (Haygreen dan Bowyer 1989). Kayu meranti merah termasuk kedalam golongan kelas awet III (Basar, 1984) dan masuk kedalam kelas kuat II – IV (Anonim, 2002). Salah satu indikator keawetan kayu ditentukan oleh keawetan alaminya terhadap serangan jamur pelapuk kayu. Jamur pelapuk kayu biasanya akan menyerang kayu pada keadaan lembab dan suhu yang optimal untuk pertumbuhannya. Jamur pelapuk kayu tidak memproduksi makanannya sendiri oleh karena itu, jamur ini memerlukan kayu (inang) untuk memperoleh zat organik (lignin, hemiselulosa dan selulosa) sebagai sumber energi. Pada umumnya, jamur perusak berasal dari kelas Basidiomycetes yang dikenal sebagai jamur pelapuk kayu (Hunt dan Garratt 1986). Jamur pelapuk kayu merupakan jamur yang merusak dinding-dinding sel dan mengubah sifat fisik serta kimia kayu. Perusakan ini dapat meningkat sampai suatu kondisi disebut *decay* (kayu busuk).

Untuk memanfaatkan kayu meranti merah dari hutan tanaman secara optimal, maka diperlukan informasi yang lengkap terhadap sifat – sifat kayu tersebut. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pengujian keawetan alami kayu meranti merah hutan tanaman terhadap jamur pelapuk kayu. Sebagai perbandingan, pengujian yang sama juga dilakukan terhadap kayu meranti merah hutan alam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keawetan alami kayu meranti merah *S. leprosula* hutan tanaman dan hutan alam terhadap serangan jamur pelapuk coklat (*brown rot*) dan jamur pelapuk putih (*white rot*).

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu *Shorea leprosula* berasal dari hutan alam (umur $\pm$ 24 tahun) dan hutan tanaman (umur $\pm$ 7 tahun) yang diperoleh dari PT. Suka Jaya Makmur dengan diameter keduanya $\pm$ 23cm, Jamur pelapuk coklat (*Tyromyces palustris* Murr.) HHB1-248, dan jamur pelapuk putih (*Pycnoporus sanguineus*) HHBI-524 yang diperoleh dari Puslitbang Bogor serta bahan untuk pengujian jamur seperti PDA, ekstrak malt, pepton, glukosa, pasir ukuran 14 – 40 mesh, aquades, alkohol, spiritus, dextrose.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode JIS (Japanese Industrial Standard) K 1571 : 2004. *Test methods for determining the effectiveness of wood preservatives and their performance requirements*. Menurut JIS K 1571 : 2004 pengurangan berat rata – rata maksimum untuk jamur pelapuk coklat yaitu kurang dari 30 % dan jamur pelapuk putih yaitu kurang dari 15 %.

Persiapan contoh uji

- Pemotongan bagian ujung batang, tengah batang dan pangkal batang log meranti.
- Masing – masing bagian dibagi lagi menjadi 3 bagian, setelah itu tiap – tiap bagian dipotong memanjang berukuran 2 cm x 2 cm x 30 cm pada bagian gubal.
- Kayu contoh uji berukuran 2 cm x 2 cm x 30 cm dipotong dengan ketebalan 1 cm sehingga berukuran 2 cm x 2 cm x 1cm.
- Contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 2 hari kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awal pengujian. Kadar air kering oven dihitung dengan menggunakan rumus :

$$KA = \frac{W1-W2}{W2} \times 100 \%$$

Dimana :

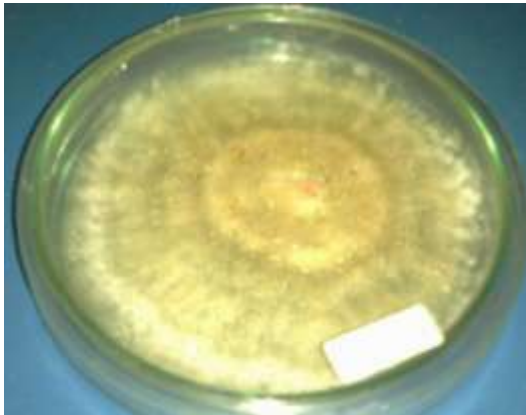
KA = Persentase kadar Air (%)

W1 = Berat awal sebelum di oven (gr)

W2= Berat akhir sampel setelah di oven (gr)

Persiapan biakan jamur

Perbanyakan biakan jamur *Tyromyces palustris* Murr. dan *Pycnopus sanguineus* dilakukan menggunakan media PDA (Gambar 1 dan 2).



Gambar 1. *Pycnopus sanguineus* umur 12 hari



Gambar 2. *Tyromyces palustris* umur 12 hari

Pengujian jamur

- Sebagai media digunakan pasir sebanyak 350 gr, kemudian dimasukkan kedalam toples pengujian.
- Menyiapkan larutan sebanyak 100 ml aquades yang mengandung 4,0 % glukose, 0,3% peptone, dan 1,5% ekstrak malt.
- Larutan tersebut dimasukkan kedalam toples, selajutnya disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 120°C selama 30 menit .
- Setelah disterilisasi, permukaan pasir dan permukaan larutan diratakan.
- Masing – masing jamur diinokulasi kedalam toples pengujian. Kemudian toples disimpan dalam ruangan pada suhu 26°C ± 2°C dan kelembaban 70% selama 10 – 15 hari sampai miselium sepenuhnya menutupi media dalam toples pengujian.
- Sebanyak 3 buah sampel diletakkan diatas pertumbuhan miselium dalam toples. Kemudian toples pengujian ditempatkan kembali dalam ruangan inkubasi pada suhu 26°C ± 2°C dengan kelembaban 70% selama 12 minggu.
- Setelah 12 minggu, sampel dibersihkan dari miselium yang melekat.
- Sampel dikering anginkan selama ± 24 jam, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C ± 2°C selama 2 hari dan ditimbang untuk mengetahui berat akhir.
- Persentase kehilangan berat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{w1-w2}{w1} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase pengurangan berat (%)

W1 = Berat contoh uji sebelum pengujian (g)

W2 = Berat contoh uji setelah pengujian (g)

Analisa Data

Data yang diamati adalah kehilangan berat kayu meranti merah dari hutan alam dan hutan tanaman pada masing-masing posisi batang (pangkal, tengah, ujung) setelah pengujian terhadap jamur pelapuk kayu selama 12 minggu. Analisa data dilakukan menggunakan rancangan faktorial dengan pola Rancangan Acak Lengkap. Jika hasil analisis ditemukan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap kehilangan berat kayu, maka dilakukan analisis lanjutan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

a. Pengurangan Berat Kayu Setelah Pengujian pada Jamur *T. palustris*

Pengurangan berat *S. leprosula* hutan alam bagian pangkal batang setelah pengujian pada jamur *T. palustris* berkisar antara 8,2682 % – 13,0784 %, pada bagian tengah dan ujung batang pengurangan berat berturut-turut berkisar antara 5,7071 % – 10,7756 % dan 4,3909 % – 6,1666 %. Sedangkan pengurangan berat *S. leprosula* hutan tanaman pada bagian pangkal batang berkisar antara 13,5823 % – 15,1913 %, pada bagian tengah dan ujung batang pengurangan berat berturut-turut berkisar antara 9,0749 % – 11,0948 % dan 6,8872 % – 13,4831 %. Pengurangan berat rata – rata kayu *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman pada jamur *T. palustris* disajikan pada Tabel 1:

Tabel 1. Pengurangan berat rata – rata (%) kayu *S. leprosula* setelah pengujian pada jamur *T. palustris*

Bahan baku	Posisi batang (%)			Rata – rata
	Pangkal	Tengah	Ujung	
<i>S. leprosula</i> hutan alam	10,6636	8,1510	5,3480	8,0542
<i>S. leprosula</i> hutan tanaman	14,2264	10,0626	9,6627	11,3172
Rata – rata	12,4450	9,1068	7,5054	

Dari Tabel 1 diketahui bahwa berdasarkan posisi batang, nilai pengurangan berat kayu terbesar terdapat pada bagian pangkal batang kayu kemudian berturut-turut diikuti bagian tengah dan ujung batang. Akan tetapi jika dilihat dari sumber bahan baku, nilai pengurangan berat terbesar terdapat pada *S. leprosula* hutan tanaman. Dari hasil ANOVA diketahui bahwa posisi batang dan sumber kayu berpengaruh nyata terhadap pengurangan kayu akibat serangan jamur *T. palustris* (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis keragaman terhadap pengurangan berat kayu *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman pada jamur *T. palustris*

Sumber keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	128,6642				
A	1	47,9126	47,9126	10,8584**	4,75	9,33
B	2	76,2128	38,1091	8,6367**	3,88	6,93
(AB)	2	4,5335	2,2667	0,5137 ^{tn}	3,88	6,93
Galat	12	52,9497	4,4124			
Total	17	181,6139	KK= 21,6814%			

Keterangan : tn = tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%

**= berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%

b. Pengurangan Berat Kayu Setelah Pengujian pada Jamur *P. sanguineus*

Pengurangan berat kayu *S. leprosula* hutan alam setelah pengujian pada jamur *P. sanguineus* pada bagian pangkal batang berkisar antara 3,7949 % – 7,9973 %, pada bagian tengah dan ujung batang berturut-turut berkisar antara 1,5701 % – 4,0969 % dan 0,4795 % – 0,7937 %. Sedangkan pada hutan tanaman pengurangan berat kayu *S. leprosula* pada bagian pangkal batang berkisar antara 17,8532 % – 21,1747%, sedangkan pada bagian tengah dan ujung batang berturut-turut berkisar antara 5,6095 % – 11,1901 % dan 9,0932 % – 12,6859 %. Pengurangan berat *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman pada jamur *P. sanguineus* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengurangan berat rata – rata (%) kayu *S. leprosula* setelah pengujian pada jamur *P. sanguineus*

Bahan baku	Posisi batang			Rata – rata
	Pangkal	Tengah	Ujung	
<i>S. leprosula</i> hutan alam	5,6045	2,4458	0,6333	2,8945
<i>S. leprosula</i> hutan tanaman	19,5827	11,1848	8,5810	13,1161
Rata – rata	12,5936	6,8153	4,6072	

Table 3 menunjukkan bahwa pengurangan berat kayu *S. leprosula* terbesar akibat serangan jamur *P. sanguineus* terdapat pada hutan tanaman, sedangkan dilihat dari posisi batang pengurangan terbesar terdapat pada bagian pangkal batang dan nilai terkecil terdapat pada bagian ujung batang. Untuk mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi pengurangan berat kayu *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman akibat serangan jamur *P. sanguineus* maka dilakukan analisis keragaman yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis keragaman terhadap pengurangan berat kayu *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman pada jamur *P. sanguineus*

Sumber keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	5	706,4890				
A	1	479,1701	470,1701	135,0617**	4,75	9,33
B	2	189,9388	94,9694	27,2810**	3,88	6,93
(AB)	2	46,3801	23,1900	6,6616*	3,88	6,93
Galat	12	41,7738	3,4812			
Total	17	748,2628		KK= 23,3069 %		

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata pada taraf 1%

* = berpengaruh nyata pada taraf 5%

Tabel 4 menunjukkan bahwa faktor bahan baku dan posisi batang berpengaruh sangat nyata terhadap pengurangan berat *S. leprosula*. Sedangkan interaksi kedua faktor berpengaruh nyata terhadap pengurangan berat *S. leprosula*.

Pembahasan

Menurut Muin et al (2006), umur / diameter dan letak dalam batang berhubungan dengan persentase kayu teras dan kayu gubal dimana keduanya memiliki sifat fisik mekanik yang berbeda. Umur tua pada kayu *S. leprosula* hutan alam memiliki kayu dewasa (kayu teras) lebih banyak dibandingkan dengan umur muda pada kayu *S. leprosula* hutan tanaman yang memiliki kayu juvenil (Haygreen dan Bowyer 1989). Banyaknya kandungan kayu teras pada *S. leprosula* hutan alam karena menumpuknya substansi sel – sel mati dari kayu gubal yang akan bertambah banyak seiring dengan bertambahnya umur, sehingga memungkinkan adanya pengurangan berat kayu *S. leprosula* hutan tanaman yang lebih tinggi dari pada *S. leprosula* hutan alam dimana umur *S. leprosula* hutan tanaman lebih rendah dari *S. leprosula* hutan alam dengan pertumbuhan diameter yang sama. Perbedaan pengurangan berat kayu *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman pada bagian pangkal, tengah dan ujung yang sangat signifikan diduga dikarenakan umur kayu *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman yang berbeda. Menurut Malik et al (2006) semakin tinggi umur kayu maka semakin tinggi persentase kayu teras terhadap kayu gubal.

Berdasarkan faktor posisi batang pengurangan berat pada bagian pangkal berpengaruh sangat nyata terhadap pengurangan pada bagian tengah dan ujung, dimana pengurangan tertinggi terdapat pada bagian pangkal yang diikuti dengan bagian tengah dan ujung baik *S. leprosula* yang berasal dari hutan alam maupun *S. leprosula* hutan tanaman. Menurut Seng (1990), variasi berat jenis kayu tidak hanya terjadi diantara pohon – pohon dari jenis yang sama (variasi individual) tetapi juga antara bagian – bagian pohon dari pohon yang sama (variasi sebagian/ parsial). Keawetan alami kayu *S. leprosula* berkaitan dengan berat jenis kayu tersebut, dimana berat jenis selalu berkorelasi positif dengan sifat keawetan alami kayu. Menurut Basar (1974), berat jenis rata - rata kayu untuk meranti merah (*Shorea* spp) adalah 0,55. Semakin besar berat jenis suatu kayu maka semakin besar keawetan alami kayu tersebut, sehingga semakin kecil pula kerusakan / pengurangan berat yang ditimbulkan oleh organisme perusak.

Senyawa ekstraktif kayu teras merupakan faktor penting dalam menentukan keawetan alami kayu (Bamber dan Fukazawa, 1985). Kadar ekstraktif terbagi menjadi dua yaitu ekstraktif primer (terdapat pada

bagian gubal) yaitu senyawa – senyawa yang di perlukan untuk metabolisme pohon seperti karbohidrat, asam amino, protein dan fosfatida; sedangkan ekstraktif sekunder (terdapat dalam kayu teras) yaitu zat – zat yang secara mutlak tidak di butuhkan untuk metabolisme pohon seperti fenol, terpena, alkaloid dan sebsatansi lain yang bersifat racun bagi organisme perusak (Tyas, 2014). Menurut Risnasari (2008) persentasi jumlah kayu teras pada bagian pangkal lebih besar dari pada tengah dan ujung, hal ini menyebabkan berat jenis yang lebih tinggi pada bagian pangkal. Kayu gubal yang sebagai penyimpanan cadangan makanan serta kaya akan nutrisi lebih banyak terserang oleh patogen/organisme perusak (Scheffer dan Cowling, 1966). Oleh karena itu dapat dipahami kayu gubal mengalami pengurangan berat yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kayu teras.

Suprpti dan krisdianto (2006) menambahkan bahwa kadar hemiselulosa pada bagian pangkal batang lebih besar dari pada tengah batang dan ujung batang hal ini memungkinkan adanya pengurangan berat yang besar pada bagian pangkal batang dibanding bagian tengah batang dan bagian ujung batang akibat serangan jamur *T. palustris*. Sedangkan untuk jamur *P. sanguineus* dijelaskan oleh Wartaka (2006) yang mengatakan bahwa kadar lignin terbanyak terdapat pada bagian pangkal batang dan bagian dalam pohon.

Kayu *S. leprosula* yang diuji oleh jamur *T. palustris* secara visual tampak berubah warna menjadi kecoklatan sampai kehitaman, sedangkan keteguhan kayu melunak (rapuh) tapi tetap utuh. Nicholas (1973), menjelaskan bahwa kayu yang diserang oleh jamur pelapuk coklat selain memiliki warna coklat kehitaman, kayu yang terserang tersebut memiliki pecah melintang serat, collapse dan mengerut abnormal. Hal ini disebabkan hifa jamur pelapuk coklat menyebar lebih seragam (tunggal) dalam menyerang kayu pada bagian selulosa dan hemiselulosa yang terdapat pada dinding sel kayu (Nicholas, 1973). Kerusakan terjadi saat seluruh selulosa dan hemiselulosa didalam dinding sel terdegradasi oleh jamur pelapuk *T. palutris* dan pada akhirnya rapuh karena hanya lignin yang tersisa pada kayu (Nicholas, 1973).

Menurut Fengel dan Wegner (1995) kemampuan jamur dalam mendegradasi lignin disebabkan adanya kekuatan jamur untuk menurunkan kakuatan mekanisnya dengan bantuan enzim lignolitik yang diekresikan oleh hifa jamur dalam hal ini adalah jamur *P. sanguineus*. Eaton dan Hale (1993) menyebutkan berbagai enzim yang berperan dalam proses degradasi lignin yang dieksresikan oleh *P. sanguineus* (jamur pelapuk putih) meliputi lignin peroksidase (LiP), mangan peroksidase (MnP), lakase, demetoksilase, H_2O_2 generating enzym, dan enzim pendegradasi monomer seperti selebiosa, dehidrogenase, asam vanilat hidrolase dan trihidroksi benzendioksigenase.

Menurut JIS 1571 (2004), pengurangan berat rata-rata maksimum untuk jamur pelapuk coklat adalah kurang dari 30% dan untuk jamur pelapuk putih adalah kurang dari 15%. Pada penelitian ini pengurangan berat rata – rata kayu *S. leprosula* setelah pengujian pada jamur pelapuk coklat (*T. palustris*) sebesar 8,0542% pada hutan alam dan 11,3172% pada hutan tanaman. Sedangkan setelah pengujian pada jamur pelapuk putih (*P. sanguineus*) pengurangan berat rata – rata kayu *S. leprosula* sebesar 2,8945 % pada hutan alam dan 13,1162 % pada hutan tanaman. Sehingga dapat dikatakan bahwa kayu *S. Leprosula* baik yang berasal dari hutan alam maupun hutan tanaman tahan terhadap serangan jamur *T. Palustris* dan *P. sanguineus*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengurangan berat rata – rata terbesar pada *S. leprosula* yang diuji jamur *T. palustris* dan *P. sanguineus* terdapat pada bagian pangkal batang, sedangkan pengurangan berat rata - rata terkecil terdapat pada bagian ujung batang.
2. Pengurangan berat *S. leprosula* berasal dari hutan tanaman lebih besar dibandingkan *S. leprosula* dari hutan alam. Namun, pengurangan berat pada *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman terhadap pengujian jamur pelapuk kayu *T. palustris* dan *P. sanguineus* masih dibawah nilai yang ditetapkan oleh standar JIS.

Saran

Pengurangan berat kayu *S. leprosula* hutan alam dan hutan tanaman pada pengujian jamur pelapuk *T. palustris* dan *P. sanguineus* sesuai standar yang disyaratkan oleh JIS, sehingga kayu *S. leprosula* yang berasal dari hutan tanaman dapat dipakai untuk menggantikan kayu *S. leprosula* hutan alam dalam memenuhi kebutuhan kayu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada DP2M, Dirjen DIKTI, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas dukungan dana penelitian dalam skim MP3EI Tahun 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. *Vademikum Dipterocarpaceae*. Badan Litbang Departemen Kehutanan. <http://www.indonesianforest.com/frameset.php> (Diakses pada tanggal 11 Februari 2013).
- Bamber dan Fukazawa. 1985. *Sapwood and Heartwood*. Journal of Forestry. 46: 567-580.
- Basar, S. 1984. *Pengantar Perkayuan*. Yayasan Kanisius, Anggota IKAPI Semarang.
- Departemen Kehutanan Republik Indonesia. 2007. *Sistem silvikultur intensif mendorong optimalisasi produksi hutan alam*. Siaran Pers No: S.609/II/PIK-1/2006. <http://www.dephut.go.id/index.php>. (Diakses pada tanggal 19 maret 2013)
- Eaton, R.A., and M.D.C. Hale. 1993. *Wood: Decay, Pets and Protection*. Chapman and Hall. London. www.dbbe.fcen.uba.ar (diakses tanggal 21 agustus 2013).
- Fengel, D., dan G. Wegener. 1995. *Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi – Reaksi*. Terjemahan Hardjono, S. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Haygreen dan Bowyer. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hunt, G.M. dan Garratt, G.A. 1986. *Pengawetan Kayu*. Diterjemahkan Jusuf M. Akademika Pressindo. Jakarta.
- JIS (Japeanese Industrial Standard) K 1571. 2004. *Test Methods for Determining the Effectivness of Wood preservatives and Their Performance Requirements*. Japan.
- Malik, J. 2006. *Sari Hasil Peneitian Mangium (Acasia mangium Willd)*. Puslitbang Dephut. Jakarta. www.lampungtimurkab.go.id.
- Muin, M., Arif, A. dan Syahidah. 2006. *Buku Ajar : Deteriorasi dan Perbaikan Sifat Kayu*. Makasar : Fakultas Kehutanan Universitas Hasanudin.
- Ngatiman dan Murtopo, B. 2008. *Pemangkasan Cabang Untuk Mengendalikan Serangan Hama Pada Tanaman Shorea leprosula Miq. Info Teknis Dipterocarpa*. 2 (1). Samarinda: Balai Besar Penelitian Dipterocarpa, Departemen Kehutanan.
- Nicholas, D.D. 1973. *Kemunduran (Deteriorasi) Kayu dan Pencegahannya Dengan Perlakuan – Perlakuan Pengawetan*, Jilid I. editor Wilfred A. Cote. New York. Penerjemah; Soenardi Prawirohatmodjo. Airlangga University Press.
- Risnasari I. 2008. *Kajian Sifat Fisis Kayu Sengon (Paraserianthes falcata L.) Pada Berbagai Bagian dan Posisi Batang*. Fakultas Kehutanan Universitas Sumatra Utara. Medan. www.e-Repository.com (diakses tanggal 25 januari 2014)
- Rujiman dan Dwi T.A. 2002. *Identification Manual of Shorea Spp*. Yogyakarta : Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.
- Scheefer, T.C., dan Cowling. E. 1966. *Natural Resistance of Wood to Microbial deterioration*. Phytopathol. 4 : 147-170.
- Seng, O.D. 1990. *Berat Jenis dari Jenis – jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu untuk Keperluan Praktek*. Terjemahan Soewarsono P. H. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Soekotjo. 2009. *Tehnik Silvikultur Intensif*. Gajah Mada University Press.
- Suprpti, S. dan Krisdianto. 2006. Ketahanan Empat Jenis Kayu Hutan Tanaman Terhadap Beberapa Jamur Perusak Kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 24 : 267-274.
- Tyas, W.I. Bahan ajar : *Kimia Kayu*. www.wiwinthas.wordpress.com (diakses tanggal 24 januari 2014).
- Wartaka. 2006. *Studi Pertumbuhan Beberapa Isolat Jamur Tiram (Pleurotus Spp.) pada Berbagai Media Berlignin*. Institute Pertanian Bogor. Bogor. www.repository.ipb.ac.id (diakses tanggal 23 april 2013).

PELAPUKAN DOLOK KAYU DAN EFISIENSI KONVERSI BIOLOGI LIMBAH PENGOLAHAN KAYU OLEH JAMUR PELAPUK (*Pleurotus cystidiosus*)

Sihati Suprpti dan Djarwanto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor. Telp. (0251)-8633378, Fax. (0251)-8633413
e-mail: sihatisuprpti@yahoo.com

ABSTRAK

Jamur tiram hitam (*Pleurotus cystidiosus*) merupakan salah satu jamur pelapuk kayu yang dapat dikonsumsi. Jamur *P. cystidiosus* dibudidayakan pada dolok segar dari 7 jenis kayu. Setelah satu tahun sejak inokulasi, derajat pelapukan kayu diukur menggunakan kriteria utuh, tidak ada pelapukan sampai hancur (skor angka 0-5). Selain itu, jamur tersebut juga dibudidayakan pada media dari serbuk gergaji beberapa jenis kayu yang dicampur dedak, jagung giling, terigu, daun lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*), gips, CaCO_3 , trisuperfosfat (TSP) dan air suling. Media disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C, tekanan 1,5 atmosfer selama 30 menit sebelum diinokulasi jamur tersebut. Efisiensi konversi biologi (EB) dihitung berdasarkan perbandingan bobot jamur segar terhadap bahan media kering dan dinyatakan dalam persen. Hasilnya menunjukkan bahwa jamur tiram hitam dapat tumbuh pada dolok kayu segar yang ditandai adanya konidiopora pada permukaan dolok, namun primordianya tidak dapat berkembang dengan baik, kecuali pada kayu manii (*Maesopsis eminii*) dan menghasilkan tubuh buah dengan nilai EB 0,82%. Derajat pelapukan ketujuh jenis kayu termasuk ke dalam kriteria sedang. Kehilangan berat media dari serbuk gergaji kayu akibat aktivitas jamur selama 4 minggu berkisar antara 4,13-6,41%. Produksi jamur pada media dari serbuk gergaji dan nilai EB yang tinggi dijumpai pada kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dan sengon (*Paraserianthes falcataria*) yaitu masing-masing 114,4 gram dengan nilai EB 67,31% dan 87,4 gram dengan nilai EB 60,40%. Produktivitas dan nilai EB pada serbuk gergaji yang dicampur daun *L. leucocephala* adalah 124,0 gram dengan nilai EB 73,78% (*P. falcataria*) dan 94,4 gram dengan nilai EB 49,40% (*H. brasiliensis*).

Kata kunci: Dolok kayu, derajat pelapukan, serbuk gergaji, suplemen, produktivitas

PENDAHULUAN

Jamur tiram hitam (*P. cystidiosus*) adalah jamur pelapuk kayu yang dapat dimakan dan memiliki efek medis (Anonimus, 1979; Imtiaj et al., 2011). Jamur *Pleurotus* telah diterima dan dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber bahan pangan (Suprpti, 1987 dan Chang, 1993). Jamur tersebut tumbuh alami pada sisa-sisa tumbuhan, sehingga mudah dibudidayakan dan tubuh buahnya memiliki rasa lezat. Jamur *P. cystidiosus* adalah salah satu jamur pangan pavorit karena memiliki tekstur dan rasa yang khas (Boonphkaew & Sardud, 2010). Menurut Zadrazil dan Kurtzman (1982), jamur *Pleurotus* merupakan perombak utama bahan berlisenselulosa di hutan tropis.

Kemampuan jamur dalam mendegradasi kayu dapat bervariasi antar jenis jamur. Menurut Martawijaya (1996), Carll dan Highley (1999), Suprpti dan Djarwanto (2013), kemampuan jamur untuk melapukkan kayu berbeda-beda bergantung kepada jenis jamur, strain jamur, jenis kayu yang diumpangkan, dan daerah asal pengambilan kayu. Jamur mendegradasi kayu untuk digunakan sebagai makanannya, dan jamur tersebut dapat tumbuh di tempat gelap (Carll dan Highley, 1999). Kayu dapat menjadi lapuk oleh jamur apabila kondisi lingkungannya selalu lembab. Jamur tiram dan jenis yang sekerabat terkenal menyebabkan pelapukan kayu di ekosistem darat, dan dikoleksi serta dibudidayakan secara luas sebagai jamur pangan (Imtiaj et al., 2011). Penelitian ini ditujukan untuk memperoleh data atau informasi pelapukan dolok kayu oleh jamur *P. cystidiosus*, dan pertumbuhan, produktivitas serta efisiensi konversi biologinya pada limbah pengolahan kayu.

BAHAN DAN METODE

Percobaan I: Pelapukan dolok kayu

Pembuatan bibit jamur

Bibit dibuat dari serbuk gergaji kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) 87,5% dicampur dengan dedak 10%, trisuperfosfat 0,5%, gipsum 1%, kapur 1%, dan air suling secukupnya. Bahan-bahan media yang telah tercampur rata dikemas dalam kantong plastik PVC kemudian disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C, tekanan 1,5 atmosfer selama 30 menit. Media yang telah dingin diinokulasi bibit jamur tiram hitam (*P. cystidiosus*), dan kemudian disimpan di ruang inkubasi sampai pertumbuhan miseliumnya rata dan tebal (Suprati & Djarwanto, 2009).

Pengambilan contoh uji dan pelaksanaan penelitian pelapukan dolok kayu dilakukan di Gunung Bunder, Bogor. Contoh uji dibuat dari dolok kayu segar yang berukuran diameter lebih kurang 10 cm, panjang 100 cm dari kayu hamerang (*Ficus grassularoides* Burn. F.), sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen), jirak (*Symplocos fasciculata* Zoll.), Kihut (*Vernonia arborea* Ham.), manii (*Maesopsis eminii* Engl.), seuhang (*Ficus padana* Burn. F.) dan seuseureuhan (*Piper aduncum* L.). Contoh uji dilubangi dengan bor listrik yang berdiameter 1,27 cm, dalamnya 2 cm, dan jarak lubang satu sama lain 15-20 cm. Ke dalam lubang diinokulasi bibit jamur tersebut dan ditutup dengan parafin panas, selanjutnya disusun pada sandaran bambu dengan kemiringan 60°. Pada umur satu tahun contoh uji diamati derajat serangannya secara visual dengan menggunakan skala menurut Suprati dan Djarwanto (2001), yaitu sebagai berikut:

0 = utuh, tidak ada pelapukan

1 = pelapukan sedikit di permukaan contoh uji

2 = pelapukan sedang

3 = pelapukan hebat

4 = pelapukan sangat hebat

5 = hancur.

Percobaan II: Efisiensi konversi biologi limbah pengolahan kayu

Serbuk gergaji diambil dari laboratorium pengolahan kayu, dan penelitiannya dilakukan di laboratorium mikologi Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor. Penelitian dilakukan pada 2 macam media yaitu:

- A. Media dibuat dari serbuk gergaji sembilan jenis kayu yaitu jati (*Tectona grandis* L.f.), sengon, karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), kemang (*Mangifera caesia* Jack.), mahoni (*Swietenia macrophylla* King), putat (*Planchonia valida* Bl.), randu (*Ceiba petandra* Gaertn.), saninten (*Castanopsis argentea* A. DC.) dan suren (*Toona sureni* Merr) masing-masing sebanyak 77,5% dicampur dengan dedak 10,0%, daun lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*) 10%, gipsum 1,0%, CaCO₃ 1,0%, trisuperfosfat (TSP) 0,5% dan air suling secukupnya.
- B. Media dibuat dari serbuk gergaji lima jenis kayu yaitu sengon, karet, kemiri (*Aleurites moluccana* Willd.), mahoni dan pulai (*Alstonia scholaris* R. Br.), masing-masing dicampur dengan dedak 10%, jagung giling 6,67%, terigu 6,67% dan air suling secukupnya.

Setiap komposisi media dimasukkan ke dalam kantong plastik PVC sebanyak 500 gram per kantong, disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C, tekanan 1,5 atmosfer selama 30 menit. Media steril yang telah dingin masing-masing diinokulasi jamur tiram hitam (*Pleurotus cystidiosus*). Selanjutnya diinkubasikan sampai pertumbuhan miseliumnya rata dan tebal. Untuk setiap komposisi media disediakan 5 contoh uji. Pada umur 4 minggu media ditimbang guna mengetahui kehilangan beratnya. Apabila pertumbuhan miselium telah merata dan muncul sporanya, kantong plastik dibuka tutupnya. Penyiraman dilakukan setiap hari agar kondisi lingkungannya lembab. Pertumbuhan tubuh buah diamati setiap hari, dan apabila telah mekar sempurna maka jamur dipanen. Pemanenan jamur dilakukan sampai tidak produktif lagi. Efisiensi konversi biologi (EB) dihitung berdasarkan perbandingan bobot jamur segar terhadap bahan media kering dan dinyatakan dalam persen (Djarwanto & Suprati, 2010). Data bobot jamur (gram) dan nilai EB (%) pada masing-masing percobaan dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap (Steel & Torrie, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan I: Pelapukan dolok kayu

Pertumbuhan tubuh buah dan spora di permukaan dolok telah nampak pada umur tiga bulan setelah inokulasi. Pertumbuhan tubuh buah yang dapat dipanen hanya ditemukan pada kayu manii, sedangkan pada 6 jenis kayu lainnya dijumpai tubuh buah yang kecil, kerdil (diameter rata-rata tudung jamur kurang dari 2 cm). Adanya tubuh buah dan spora pada dolok menunjukkan bahwa komponen kayu telah didegradasi atau dirombak oleh jamur untuk makanannya. Perombakan komponen kayu tersebut telah berlangsung setelah tumbuh miselium, hasil perombakannya digunakan sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan miselium dan pembentukan tubuh buah. Hal ini membuktikan bahwa jamur *P. cystidiosus* dapat melapukkan dolok kayu segar jika kondisi lingkungannya lembab. Pelapukan tersebut akan cepat nampak pada kayu yang memiliki kelas ketahanan rendah (kelas III-V) dan memerlukan waktu yang semakin lama untuk kayu yang memiliki kelas ketahanan tinggi (kelas I-II). Jamur *P. cystidiosus* adalah besar dan berdaging, serta tumbuh pada batang atau tunggak pohon (Kudahewa et al. (2008). Menurut Oey (1990), ketahanan kayu dikelompokkan menjadi 5 kelas yaitu 1-5 (sangat tahan – sangat tidak tahan/*perishable*), dimana kelas ketahanan kayu yang diteliti termasuk kelas IV-V (Tabel 1), namun tidak disebutkan terhadap organisme yang menginfeksi. Menurut Djarwanto dan Suprati (1998) kemampuan jamur *P. cystidiosus* dalam melapukkan kayu rendah yaitu 2,33 dan kelas ketahanan kayunya termasuk kelompok kayu tahan (kelas II). Data derajat pelapukan dolok segar dan bobot tubuh buah serta nilai EB jamur disajikan pada Tabel 1. Pada umur satu tahun rata-rata derajat pelapukan dolok kayu yang diperoleh adalah 2,06 dengan kriteria pelapukan sedang, yang diperkirakan kayu-kayu tersebut termasuk kelompok kayu tahan (kelas II) terhadap jamur *P. cystidiosus*. Menurut Suprati dan Djarwanto (2001) rata-rata derajat pelapukan 12 jenis kayu oleh jamur *P. cystidiosus* adalah 2,26 (1,0-2,4).

Tabel 1. Rata-rata derajat pelapukan kayu dan nilai EB jamur *P. cystidiosus*

Jenis kayu	Bobot jamur (g)	EB (%)	Nilai derajat pelapukan kayu	Kelas ketahanan kayu**
Hamerang (<i>Ficus grassularoides</i> Burn. F.)	0,0 *	0,0	2,2	V
Jirak (<i>Symplocos fasciculata</i> Zoll.)	0,0 *	0,0	2,0	V
Kihuut (<i>Vernonia arborea</i> Ham.)	0,0 *	0,0	1,9	V
Manii (<i>Maesopsis eminii</i> Engl.)	0,0 *	0,0	2,2	IV
Seuhang (<i>Ficus padana</i> Burn. F.)	0,0 *	0,0	2,2	V
Sengon (<i>Paraserianthes falcata</i> (L.) Nielsen)	6,63	0,82	2,3	IV-V
Seuseureuhan (<i>Piper aduncum</i> L.)	0,0 *	0,0	1,6	-

Keterangan: * = tubuh buah tidak berkembang/kecil (kerdil) sehingga tidak ditimbang, ** = Menurut Oey (1990), - + tidak ada data

Percobaan II: Efisiensi konversi biologi limbah pengolahan kayu

Hasil pengamatan pada masa inkubasi selama 4 minggu setelah inokulasi, pertumbuhan miselium pada kayu karet, kemang, randu, sengon dan suren mencapai 100% (telah merata di seluruh permukaan media), pada mahoni, putat dan saninten mencapai 81,4%, 97,8% dan 85,2%, dan pertumbuhan miselium terlambat dijumpai pada kayu jati yaitu 75,4%. Permulaan panen jamur pada media serbuk gergaji kayu berkisar antara 45-154 hari setelah inokulasi. Tubuh buah jamur tersebut dipetik pada umur tiga hari sejak munculnya primordia (calon tubuh buah). Laporan sebelumnya dinyatakan bahwa jamur dipetik pada umur 2-4 hari setelah munculnya primordia (Suprati & Djarwanto, 2009). Panen jamur paling awal dijumpai pada media kayu karet dan panen yang terakhir terjadi pada media kayu putat. Permulaan panen jamur pada kayu karet tersebut masih mendekati dengan laporan sebelumnya yakni 44 hari setelah inokulasi (Djarwanto & Suprati, 1994). Data rata-rata kehilangan media dari 9 jenis kayu akibat aktivitas jamur, bobot jamur segar dan nilai EB disajikan pada Tabel 2. Kehilangan berat yang rendah terjadi pada kayu jati dan mahoni. Hal ini mungkin disebabkan ukuran partikel serbuk gergaji kedua jenis kayu tersebut lembut, media padat dan porositasnya rendah akibatnya miselium sulit menembus gumpalan media dan tumbuhnya lambat sehingga proses perombakan media lambat dan kehilangan beratnya rendah. Kehilangan berat yang tinggi terjadi pada kayu karet dan randu. Jumlah tudung jamur (*pileus*) terbanyak didapatkan pada media dari kayu karet dengan frekuensi panen 1,6 kali. Frekuensi panen umumnya hanya 1 kali. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa

jenis kayu berpengaruh terhadap bobot jamur dan nilai EBnya ($p \leq 0.01$). Uji beda Tukey ($p \leq 0.05$) menunjukkan bahwa bobot dan nilai EB tertinggi ditemukan pada media dari kayu karet dan sengon, dan pada 7 jenis kayu lainnya tidak nampak berbeda (Tabel 2).

Pada masa 4 minggu setelah inokulasi, pertumbuhan miselium pada media dari 5 jenis kayu mencapai 93,0-99,5% kecuali pada kayu mahoni baru mencapai 66,4%. Rata-rata kehilangan berat media dari 5 jenis kayu oleh jamur, bobot jamur dan nilai EB tercantum pada Tabel 3. Kehilangan berat media terendah terjadi pada kayu mahoni. Hal ini mungkin disebabkan oleh tumbuhnya miselium yang lambat sehingga perombakannya lambat dan kehilangan beratnya rendah. Pertumbuhan miselium yang lambat dapat juga disebabkan oleh padatnya media akibat ukuran serbuk geraji lembut. Quimio et al. (1990) menyatakan bahwa pertumbuhan miselium dapat dipengaruhi oleh ukuran serbuk gergaji, dan kandungan nutrisi. Tudung jamur terbanyak dan frekuensi panen jamur tertinggi dijumpai pada kayu sengon. Pada Tabel 2 dan 3 didapatkan bahwa bobot jamur, dan nilai EB umumnya rendah yaitu 0-35,28%. Hal ini disebabkan karena primordia tidak dapat berkembang menjadi besar, sehingga ukuran tubuh buah sangat kecil dan tipis, sehingga tidak ditimbang. Selain itu, akar tangkai (*stipe*) umumnya sangat dangkal atau terlihat hanya di permukaan media sehingga apabila ukuran tubuh buah membesar akar tersebut tidak mampu menyangganya dan akhirnya jatuh atau terlepas dari media. Bobot jamur tertinggi didapatkan pada media kayu karet dan nilai EB tertinggi diperoleh dari kayu sengon. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan laporan terdahulu, dan masih mendekati dengan laporan sebelumnya yakni 42 gram per 500 gram media, dengan nilai EB 28,09% (Suprpti & Djarwanto, 1992). Kemampuan jamur dalam mengkonversi limbah pengolahan kayu dari beberapa jenis kayu bervariasi. Hal ini mungkin bergantung kepada ketahanan kayu terhadap jamur pelapuk. Semakin rendah kelas ketahanan kayu semakin besar biomassa jamur yang diperoleh. Menurut Anonimus (1979), *P. cystidiosus* berpotensi untuk mengkonversi limbah pengolahan kayu dan limbah lignoselulosa lainnya yang bernilai ekonomi rendah menjadi bahan pangan yang kaya akan protein untuk konsumsi manusia.

Tabel 2. Rata-rata bobot dan nilai EB jamur *P. cystidiosus* pada 9 jenis kayu

Jenis kayu	Kehilangan berat media (%)	Bobot jamur (g)	Jumlah tudung (Buah)	Frekuensi panen (Kali)	EB (%)
Jati (<i>Tectona grandis</i> L.f.)	4,26	32,6 c	2,8	1,0	14,98 b
Karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.)	6,28	114,4 a	12,4	1,6	67,31 a
Kemang (<i>Mangifera caesia</i> Jack.)	5,97	26,8 c	3,2	1,0	12,25 b
Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i> King)	4,63	54,0 bc	4,0	1,0	25,84 b
Putat (<i>Planchonia valida</i> Bl.)	6,04	23,2 c	3,2	1,0	10,75 b
Randu (<i>Ceiba petandra</i> Gaertn.)	6,41	42,8 c	2,0	1,6	29,83 b
Saninten (<i>Castanopsis argentea</i> A. DC.)	5,25	59,6 bc	4,2	1,4	28,77 b
Sengon (<i>Paraserianthes falcataria</i> (L.) Nielsen)	6,12	87,4 ab	4,6	2,4	60,40 a
Suren (<i>Toona sureni</i> Merr)	6,23	27,4 c	2,3	1,0	16,46 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey $p \leq 0.05$.

Tabel 3. Rata-rata bobot dan nilai EB jamur *P. cystidiosus* pada 5 jenis kayu

Jenis kayu	Kehilangan berat media (%)	Bobot jamur (g)	Jumlah tudung (Buah)	Frekuensi panen (kali)	EB (%)
Karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.)	6,24	114,4 a	5,6	3,0	49,40 b
Kemiri (<i>Aleurites moluccana</i> Willd.)	5,62	65,6 bc	5,0	1,8	42,07 b
Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i> King)	4,13	0,0 d	0,0	0,0	0,00 c
Pulai (<i>Alstonia scholaris</i> R. Br.)	6,32	49,2 c	10,4	2,0	35,28 b
Sengon (<i>Paraserianthes falcataria</i> (L.) Nielsen)	6,07	94,4 b	13,4	3,2	73,78 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey $p \leq 0.05$.

KESIMPULAN

Jamur tiram hitam (*Pleurotus cystidiosus*) dapat tumbuh pada dolok kayu segar yang ditandai adanya konidiopora pada permukaan dolok, namun primordianya tidak dapat berkembang dengan baik, kecuali pada kayu manii (*Maesopsis eminii*) dan menghasilkan tubuh buah dengan nilai EB 0,82%. Rata-rata derajat pelapukan ketujuh jenis kayu adalah 2,06, yang termasuk ke dalam kriteria sedang. Kehilangan berat media serbuk gergaji kayu akibat aktifitas jamur selama 4 minggu berkisar antara 4,13-6,41%. Bobot jamur dan nilai EB (*Pleurotus cystidiosus*) yang tinggi dijumpai pada kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dan sengan (*Paraserianthes falcata*) yaitu masing-masing 114,4 gram dengan nilai EB 67,31% dan 87,4 gram dengan nilai EB 60,40%. Produktivitas dan nilai EB pada serbuk gergaji yang dicampur daun *L. leucocephala* adalah 124,0 gram dengan nilai EB 73,78% (*P. falcata*) dan 94,4 gram dengan nilai EB 49,40% (*H. brasiliensis*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 1979. Microbial processes: promising technologies for developing countries. National Academy of Sciences. Washington, D. C.
- Boonphokaew, T. & Sardud, U. 2010. Effect of hydrogen peroxide on the quality of abalone mushroom (*Pleurotus cystidiosus* O.K. Miller). *Agricultural Sci. J.* 41(1): 122-125
- Chang, S. T. 1993. Mushroom biology: The impact on the mushroom production and mushroom products. In Chang, S.T., J.A. Bushwell and S.W. Chiu (Eds.) *Mushroom Biology and Mushroom Products*. pp.: 3-20. The Chinese University Press. Hong Kong.
- Carll, C. G., & Highley, T. L. 1999. Decay of wood and wood-based products above ground in buildings. *Journal of Testing and Evaluation* 27(2): 150-158.
- Djarwanto & S. Suprapti. 1994. Efisiensi konversi biologi jamur pelapuk putih yang dapat dimakan pada substrat serbuk gergaji. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Peranan Mikrobiologi Dalam Industri Pangan tanggal 10 Desember 1994. Hal.: 338-342. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Djarwanto & Suprapti, S. 1998. Decay resistance of three wood species against some wood destroying fungi. Proceedings of The Second International Wood Science Seminar, November 6-7, 1998, Serpong. pp.: C57-C63. Research and Development Center For Applied Physics, LIPI. Indonesia.
- Djarwanto & Suprapti, S. 2010. Pengaruh sumber bibit terhadap pertumbuhan jamur tiram. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29(2): 156-168. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Intiaji, A., Lee, T. S., & Ohga. S. 2011. Sequence variation of *Pleurotus* species collected from Eastern Asia. *Micologia Aplicada International* 23(1): 1-10. Berkeley, CA, U.S.A.
- Kudahewa, D. D., Abeytunga, D. T. U., & Ratnasooriya, W. D. 2008. Actinociceptive activity of *Pleurotus cystidiosus* an edible mushroom in rats. *Pharmacognosy Magazine* 4 (13): 37. ISSN: 0973-1296.
- Martawijaya, A. 1996. Keawetan kayu dan berbagai faktor yang mempengaruhinya. Petunjuk Teknis. 47 hal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Oey, D. S. 1990. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. Pengumuman Nr. 3. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Quimio, T. H., Chang, S. T., & Royse, D.J. 1990. Technical guidelines for mushroom growing in the tropics. FAO Plant Production and protection. Paper 106. Food Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. 1993. Prinsip dan prosedur statistika suatu pendekatan biometrik. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suprapti, S. 1987. Pemanfaatan limbah industri penggergajian untuk media jamur tiram. *Duta Rimba* 87-88/XIII/1987: 38-40. Perum Perhutani. Jakarta.
- Suprapti, S. & Djarwanto. 1992. Pengaruh pengomposan serbuk gergaji kayu jeungjing terhadap produksi jamur yang enak dimakan. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi tanggal 11-12 Pebruari 1992 di Bogor. Hal.: 89-97. Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor.
- Suprapti, S., & Djarwanto. 2009. Pedoman budidaya jamur shiitake dan jamur tiram. 60 hal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Suprapti, S. & Djarwanto. 2013. Ketahanan lima jenis kayu asal Cianjur terhadap jamur. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 31(3): 193-199. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.

PELAPUKAN LIMA JENIS KAYU OLEH BEBERAPA JAMUR PERUSAK

Djarwanto, Sihati Suprpti dan Hudiansyah

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu
No. 5, Bogor. 16610. Telp. (0251)-8633378, Fax. (0251)-8633413
e-mail: djarwanto2006@yahoo.com; sihatisuprpti@yahoo.com

ABSTRAK

Lima jamur perusak diuji kemampuannya untuk melapukkan lima jenis kayu dengan mengacu kepada SNI 01-7207-2014. Hasilnya menunjukkan bahwa *Pycnoporus sanguineus*, *Polyporus* sp. dan *Tyromyces palustris* merupakan jamur yang memiliki kemampuan melapukkan kayu tertinggi, dan kemampuan yang rendah dijumpai pada *Phlebia brevispora* dan *Lentinus lepideus*. Kehilangan berat tertinggi terjadi pada bagian dalam dolok kayu *Rhus taitensis* yang diumpankan pada *Tyromyces palustris*. Berdasarkan klasifikasi ketahanan kayu terhadap serangan jamur maka kayu *Shorea agami* termasuk kelompok kayu tahan (kelas II), *Pimeleodendron amboinicum* dan *Prunus javanica* termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas III), sedangkan *Othophora spectabilis* dan *Rhus taitensis* termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Ketahanan kayu bagian dalam maupun bagian tepi dolok kayu adalah sama, yaitu termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas III).

Kata kunci: Jamur perusak kayu, teras, gubal, kelas ketahanan kayu

PENDAHULUAN

Jamur perusak kayu merupakan salah satu organisme perusak pada kayu. Rayner & Body (1988) menyatakan bahwa jamur dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu jamur pelapuk putih yang berperan dalam degradasi seluruh komponen utama kayu, terutama selulosa dan lignin, dan jamur pelapuk coklat yang hanya merombak selulosa. Kemampuan jamur dalam melapukkan kayu berbeda-beda. Menurut Martawijaya (1996), Carll & Highley (1999), Suprpti & Djarwanto (2013) kemampuan jamur untuk melapukkan kayu berlainan bergantung kepada jenis jamur, jenis kayu yang diumpankan, dan daerah asal pengambilan kayu. Jamur menyerang kayu untuk digunakan sebagai sumber makanannya (Carll & Highley, 1999).

Pada saat ini banyak beredar jenis kayu kurang dikenal yang dicampurkan ke dalam kelompok kayu yang telah dikenal, baik dalam pemakaian maupun perdagangan. Kayu kurang dikenal yang dimanfaatkan dan diperdagangkan yang berasal dari berbagai wilayah umumnya telah menjadi andalan setempat, dan berpotensi menggantikan kayu perdagangan yang telah langka (Sumarni et al., 2009). Agar perannya sebagai kayu pengganti tersebut terpenuhi maka perlu diidentifikasi sifat dan kegunaannya, antara lain sifat ketahanan kayu terhadap jamur perusak. Posisi contoh kayu di dalam dolok yaitu bagian dalam (dianggap sebagai kayu teras) dan bagian tepi (dianggap sebagai kayu gubal), diduga memiliki sifat ketahanan yang bervariasi terhadap jamur. Martawijaya (1996), Suprpti & Djarwanto (2013) menyatakan bahwa ketahanan kayu terhadap jamur dapat berlainan bergantung ke pada jenis kayu, bagian kayu dalam batang, daerah asal pengambilan kayu, dan jenis jamur.

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data/informasi kemampuan jamur untuk melapukkan kayu dan ketahanan 5 jenis kayu masing-masing pada bagian dalam dan tepi dolok terhadap serangan lima jenis jamur di laboratorium.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu yang diambil dari Jawa Barat, Kalimantan Timur dan Papua, seperti tercantum pada Tabel 1. Bahan kimia yang digunakan antara lain *Malt extract*, *Bacto agar*, alkohol dan air suling. Sedangkan jenis jamur penguji yang digunakan yaitu *Lentinus lepideus*, *Phlebia brevispora*, *Polyporus* sp., *Pycnoporus sanguineus*, dan *Tyromyces palustris*.

Tabel 1. Jenis kayu yang diteliti terhadap jamur perusak

No	Jenis kayu	Nama Daerah	Suku	Asal	Diameter Dolok (cm)
1	<i>Othophora spectabilis</i> Blume	Ki langir	<i>Sapindaceae</i>	Jawa Barat	19,5
2	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	Anomane	<i>Euphorbiaceae</i>	Papua	21,5
3	<i>Prunus javanica</i> Miq.	Ki pasang	<i>Rosaceae</i>	Jawa Barat	23,0
4	<i>Rhus taitensis</i> Guill.	Sumac	<i>Anacardiaceae</i>	Papua	19,0
5	<i>Shorea agami</i> P.S. Ashton	Meranti putih	<i>Dipterocarpaceae</i>	Kalimantan Timur	45,8

Metode Penelitian

Pembuatan contoh uji

Contoh uji berukuran 5 cm x 2,5 cm x 1,5 cm, dengan panjang 5 cm searah serat diambil dari bagian pangkal dolok. Dolok kayu digergaji dibuat papan dan diserut sehingga tebalnya 2,5 cm. Pada papan terlebar dibuang bagian tepi dan kulitnya sehingga tepi papan menjadi lurus, lalu digergaji dan diserut sehingga tebalnya 1,5 cm, dan dikelompokkan masing-masing mulai dari bagian tepi sampai ke bagian tengah, selanjutnya pada masing-masing bagian tersebut dipotong sepanjang 5 cm. Pengambilan contoh uji tersebut mengikuti pola yang dilakukan oleh Djarwanto (2010). Contoh uji yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu bagian tepi dan bagian dalam terdekat dengan bagian tengah/empulur, diampelas, diberi nomor dan kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 103±2 °C sampai kering oven.

Pembuatan media jamur

Media uji yang digunakan adalah MEA (malt-ekstrak-agar) dengan komposisi malt-ekstrak 3% dan bacto-agar 2% dalam air suling. Media yang telah dilarutkan secara homogen dimasukkan ke dalam piala Kolle sebanyak 80 ml per-piala. Mulut piala disumbat dengan kapas steril, kemudian disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C, dengan tekanan 1,5 atmosfer, selama 30 menit. Media yang telah dingin masing-masing diinokulasi biakan murni jamur penguji, selanjutnya disimpan di ruang inkubasi sampai pertumbuhan miseliumnya rata dan tebal (BSN 2014).

Pengujian sifat ketahanan kayu

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *Kolle-flask*, mengacu SNI 01-7207-2014 (BSN 2014). Contoh uji yang telah diketahui berat kering ovennya dimasukkan ke dalam piala yang berisi biakan jamur tersebut. Setiap piala diisi dua buah contoh uji yang terdiri atas kayu bagian tepi dan kayu bagian dalam dolok, diletakkan sedemikian rupa sehingga tidak saling bersinggungan, kemudian diinkubasikan selama 12 minggu. Untuk setiap jenis kayu, bagian kayu dan jenis jamur disediakan 5 buah ulangan. Pada akhir pengujian contoh uji dikeluarkan dari piala, dibersihkan dari miselium yang melekat, dan ditimbang pada kondisi sebelum dan sesudah dikeringkan dengan oven, guna mengetahui kehilangan beratnya. Kehilangan berat dihitung berdasarkan selisih berat contoh sebelum dengan sesudah perlakuan dibagi berat awal contoh uji dalam kondisi kering oven dan dinyatakan dalam persen (BSN 2014).

Tabel 2. Klasifikasi ketahanan kayu terhadap jamur berdasarkan persentase kehilangan berat

Kelas	Ketahanan	Kehilangan berat rata-rata (%)
I	Sangat tahan	< 0,5
II	Tahan	0,5 – 4,9
III	Agak tahan	5,0 – 9,9
IV	Tidak tahan	10,0 – 30,0
V	Sangat tidak tahan	> 30,0

Sumber: BSN (2014)

Analisis Data

Persentase kehilangan berat contoh uji di analisis menggunakan rancangan acak lengkap dengan percobaan faktorial 5x2x5 (jenis kayu, bagian kayu dalam dolok, dan jenis jamur), dengan lima kali ulangan (Steel & Torrie, 1993). Rata-rata kehilangan berat kayu dikelompokkan dengan menggunakan nilai atau skala kelas ketahanan menurut SNI 01-7207-2014 (BSN, 2014) sesuai Tabel 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kehilangan berat merupakan salah satu tanda terjadinya pelapukan kayu oleh jamur. Kehilangan berat tersebut terjadi karena degradasi komponen kimia pada kayu terutama lignin dan selulosa (Antai & Crawford, 1982; Fortin & Poliquin, 1976). Jamur memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam melapukkan kayu seperti ditunjukkan dengan variasi kehilangan berat (Tabel 3). Berdasarkan uji beda Tukey ($p \leq 0.05$), kemampuan melapukkan kayu yang tinggi dijumpai pada *Pycnoporus sanguineus*, yang termasuk jamur pelapuk putih, *Polyporus* sp. dan *Tyromyces palustris*, yang termasuk jamur pelapuk coklat. Sedangkan kemampuan melapukkan kayu yang rendah terjadi pada *Phlebia brevispora* (jamur pelapuk putih) dan *Lentinus lepideus* (jamur pelapuk coklat). Menurut Djarwanto (2010) dan Suprpti et al. (2011), kemampuan *P. sanguineus* dalam melapukkan kayu lebih tinggi dari kemampuan *T. palustris*, dan *Polyporus* sp. Jamur pelapuk putih, *P. sanguineus* dan *Polyporus* sp. yaitu termasuk kelompok jamur yang merombak selulosa dan lignin (Djarwanto et al., 2008; Djarwanto & Tachibana 2009; Suprpti & Djarwanto 2001).

Tabel 3. Rata-rata kehilangan berat kayu oleh jamur pelapuk

Jenis jamur	Kelompok jamur	Kehilangan berat (%)	
<i>Lentinus lepideus</i> HHBI-267	Pelapuk coklat (<i>Brown rot fungi</i>)	1,68	b
<i>Phlebia brevispora</i> Mad.	Pelapuk putih (<i>White rot fungi</i>)	3,58	b
<i>Polyporus</i> sp. HHBI-371	Pelapuk putih	10,21	A
<i>Pycnoporus sanguineus</i> HHBI-324	Pelapuk putih	12,33	A
<i>Tyromyces palustris</i> FRI Japan-507	Pelapuk coklat	8,87	A

Keterangan: Angka-angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey $p \leq 0.05$

Pada Tabel 4. disajikan data rata-rata kehilangan berat kayu bagian dalam dan tepi dolok. Kehilangan berat kayu bagian dalam maupun tepi dolok terlihat berbeda-beda. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa jenis kayu, bagian kayu dalam dolok dan jenis jamur berpengaruh nyata terhadap kehilangan berat contoh uji ($p \leq 0.01$). Pada Tabel 5 disajikan rata-rata kehilangan berat kayu dan kelas ketahanannya terhadap jamur. Hasil uji beda Tukey ($p \leq 0.05$) terhadap lima jenis kayu memperlihatkan bahwa kehilangan berat terendah terjadi pada kayu *Shorea agami*. Sedangkan kehilangan berat tertinggi terjadi pada kayu *Rhus taitensis*.

Tabel 4. Persentase kehilangan berat kayu dan kelas ketahanannya

Jenis kayu	Bagian kayu	Persentase kehilangan berat dan kelas ketahanan pada jenis kayu									
		<i>Lentinus lepideus</i>		<i>Phlebia brevispora</i>		<i>Polyporus</i> sp.		<i>Pycnoporus sanguineus</i>		<i>Tyromyces palustris</i>	
		Kb	Kk	Kb	Kk	Kb	Kk	Kb	Kk	Kb	Kk
<i>Othophora spectabilis</i>	Dalam	1,26	II	6,86	III	13,76	IV	27,99	IV	6,64	III
	Tepi	1,66	II	7,29	III	14,21	IV	27,44	IV	5,49	III
<i>Pimeleodendron amboinicum</i>	Dalam	0,79	II	2,03	II	4,12	II	2,61	II	5,43	III
	Tepi	1,29	II	2,07	II	5,44	III	7,67	III	4,38	II
<i>Prunus javanica</i>	Dalam	0,81	II	5,38	III	13,07	IV	11,70	IV	12,31	IV
	Tepi	0,84	II	3,37	II	12,46	IV	13,51	IV	3,65	IV
<i>Rhus taitensis</i>	Dalam	6,12	III	4,19	II	16,83	IV	19,60	IV	29,02	IV
	Tepi	2,84	II	2,85	II	19,83	IV	10,67	IV	20,01	IV
<i>Shorea agami</i>	Dalam	0,59	II	0,85	II	1,11	II	0,83	II	1,30	II
	Tepi	0,59	II	0,88	II	1,24	II	1,27	II	0,50	I

Keterangan: Kb = kehilangan berat, kk = kelas ketahanan

Hasil uji beda Tukey ($p \leq 0.05$) terhadap posisi contoh uji menunjukkan bahwa rata-rata kehilangan berat pada kayu bagian dalam yaitu 7,81% dan pada kayu bagian tepi yakni 6,86% termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas III). Ini berbeda dengan hasil penelitian terdahulu, Suprpti & Djarwanto (2008, 2013) yaitu kehilangan berat kayu bagian dalam (dianggap teras/ *heartwood*) lebih rendah, yang berarti ketahanannya lebih tinggi, dibandingkan dengan kehilangan berat kayu bagian tepi (dianggap gubal /*sapwood*).

Hasil analisis didapatkan interaksi yang nyata antara jenis kayu, bagian atau posisi kayu dalam dolok dan jenis jamur ($p \leq 0.01$). Kehilangan berat tertinggi terjadi pada bagian dalam dolok kayu *Rhus taitensis* yang diumpun jamur *Tyromyces palustris* yaitu 29,02%. Sedangkan kehilangan berat terendah dijumpai pada bagian tepi kayu *Shorea agami* yang diumpun jamur *Tyromyces palustris* (0,5%).

Tabel 5. Rata-rata kehilangan berat dan kelas ketahanan lima jenis kayu

Jenis kayu	Kehilangan berat (%)			Kelas
	Bagian dalam	Bagian tepi	Rata-rata	
<i>Othophora spectabilis</i> Blume	11,30	11,22	11,26 ab	IV (II-IV)
<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	2,30	4,17	3,58 cd	II (II-III)
<i>Prunus javanica</i> Miq.	8,66	6,77	7,71 bc	II (II-IV)
<i>Rhus taitensis</i> Guill.	15,15	11,24	13,19 a	IV (II-IV)
<i>Shorea agami</i> P.S. Ashton	0,94	0,90	0,92 d	II (I-II)

Keterangan: Angka-angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey $p \leq 0.05$

Mengacu kepada klasifikasi ketahanan kayu terhadap serangan jamur (BSN, 2014) maka kayu *Shorea agami* termasuk kelompok kayu tahan (kelas II), *Pimeleodendron amboinicum* dan *Prunus javanica* termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas III), *Othophora spectabilis* dan *Rhus taitensis* termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Ketahanan kayu bagian dalam maupun tepi dolok termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas III). Oleh karena itu, ke empat jenis kayu tersebut yakni *P. amboinicum*, *P. javanica*, *O. spectabilis* dan *R. taitensis* jika hendak dipergunakan untuk bahan bangunan sebaiknya diawetkan terlebih dahulu dengan bahan anti jamur untuk mencegah serangannya sehingga usia pakainya meningkat. Menurut Djarwanto dan Abdurrohman (2000), kayu kelas awet III-V jika hendak digunakan sebagai bahan bangunan sebaiknya diawetkan terlebih dahulu menggunakan tembaga khrom boron (CCB) atau tembaga khrom fluor (CCF) dengan cara rendaman ataupun vakum tekan, guna mencegah serangan organisme perusak. Kayu *Pimeleodendron amboinicum* dan *Rhus taitensis* memiliki kelas ketahanan yang lebih tinggi atau lebih tahan terhadap serangan jamur perusak dibandingkan dengan laporan Oey (1990) yakni kelas V, sedangkan *Prunus javanica* memiliki kelas yang sama yaitu kelas III, yang dinilai berdasarkan usia pakai kayu tanpa menyebutkan jenis organisme perusak yang menyerang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kemampuan jamur dalam melapukkan kayu bervariasi bergantung kepada kayu dan jenis jamur yang menyerangnya. Kemampuan melapukkan kayu mulai dari yang tertinggi, yaitu *Pycnoporus sanguineus*, *Polyporus* sp., *Tyromyces palustris*, *Phlebia brevispora* dan *Lentinus lepideus*. Kehilangan berat tertinggi terjadi pada bagian dalam dolok kayu *Rhus taitensis* yang diumpun jamur *Tyromyces palustris* yaitu 29,02%. Berdasarkan klasifikasi ketahanan kayu terhadap serangan jamur maka kayu *Shorea agami* termasuk kelompok kayu tahan (kelas II), *Pimeleodendron amboinicum* dan *Prunus javanica* termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas III), *Othophora spectabilis* dan *Rhus taitensis* termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV).

Ketahanan kayu bagian dalam maupun tepi dolok termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas III). Disarankan ke empat jenis kayu yakni *P. amboinicum*, *P. javanica*, *O. spectabilis* dan *R. taitensis* jika hendak dipergunakan untuk bahan bangunan sebaiknya diawetkan terlebih dahulu dengan bahan anti jamur agar usia pakainya meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Antai, S. P., & Crawford, D. L. 1982. Degradation of extractive-free lignocelluloses by *Coriolus versicolor* and *Poria placenta*. *European J Appl Microbiol Biotechnol* 14: 165-168.
- BSN. 2014. Standar Nasional Indonesia: SNI 01-7207-2014. Uji ketahanan kayu terhadap organisme perusak kayu. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Djarwanto. 2010. Ketahanan lima jenis kayu terhadap fungi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan* 3(2): 51-55. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Djarwanto, & Abdurrohman, S. 2000. Teknologi pengawetan kayu untuk perpanjangan usia pakai. *Buletin Kehutanan dan Perkebunan* 1(2): 159-172. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan. Jakarta.
- Djarwanto, Suprpti, S., & Martono, D. 2008. Koleksi, isolasi dan seleksi fungi pelapuk di areal HTI pulp mangium dan ekaliptus. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 26(4): 361-374. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Djarwanto, & Tachibana, S. 2009. Screening of fungi capable of degrading lignocelluloses from plantation forest. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 12(9): 669-675. ANSInet. Faisalabad, Pakistan.
- Fortin, Y., & Poliquin, J. (1976). Natural durability and preservation of one hundred tropical African woods. International Development Research Centre. IDRC-017e. 131 p.
- Martawijaya, A. 1996. Keawetan kayu dan berbagai faktor yang mempengaruhinya. Petunjuk Teknis. 47 hal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Oey, D.S. 1990. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek (Terjemahan). Pengumuman Nr. 3. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor-Indonesia.
- Sumarni, G., Muslich, M., Hadjib, N., Krisdianto, Malik, D., Suprpti, S., Basri, E., Pari, G., Iskandar, M. I. & Siagian, R. M. 2009. Sifat dan kegunaan kayu: 15 jenis kayu andalan setempat Jawa Barat. 88 hal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. 1993. Prinsip dan prosedur statistika suatu pendekatan biometrik. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suprpti, S., & Djarwanto. 2001. Kemampuan sepuluh isolat jamur dalam melapukkan kayu. Prosiding Seminar Nasional III Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) tanggal 22-23 Agustus 2000 di Bandung. Hal.: 190-197. Fakultas Kehutanan Universitas Winayamukti. Bandung.
- Suprpti, S., & Djarwanto. 2008. Ketahanan lima jenis kayu asal Sukabumi terhadap jamur perusak kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 26(2): 129-137. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Suprpti, S., Djarwanto, & Hudiansyah. 2011. Ketahanan lima jenis kayu asal Lengkong Sukabumi terhadap beberapa jamur pelapuk. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29(3): 259-270. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.
- Suprpti, S., & Djarwanto. 2013. Ketahanan lima jenis kayu asal Cianjur terhadap jamur. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 31(3):193-199. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.

EFEK IMPREGNASI TEMBAGA SULFAT PADA KAYU ANGGRUNG (*Trema orientalis*) TERHADAP SIFAT KEKUATANNYA

Taman Alex

Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

ABSTRAK

Perlakuan impregnasi pada kayu anggrung dengan bahan kimia tembaga sulfat bertujuan untuk meningkatkan sifat keawetan dan kekuatannya terutama kekuatan lentur. Impregnasi adalah proses memasukkan bahan kimia ke dalam kayu dengan cara vakum – tekan yaitu proses pengawetan secara sel penuh. Metode penelitian ini adalah membuat contoh uji kayu anggrung (*Trema orientalis*) dengan ukuran 3 cm x 3 cm x 30 cm yang diimpregnasi dengan tembaga sulfat pada tekanan 10 atmosfer selama 2 jam dalam konsentrasi 2%, 3% dan 4%, selanjutnya diuji penetrasinya dengan larutan pereaksi, kemudian diuji kekuatan lenturnya dengan menggunakan mesin UTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa impregnasi dengan tembaga sulfat pada tekanan 10 atmosfer selama 2 jam dapat menghasilkan penetrasi 100 % pada ke tiga jenis konsentrasi larutan. Sedangkan pada kekuatannya tidak terjadi penurunan bahkan dari tiga macam konsentrasi larutan tembaga sulfat cenderung menunjukkan adanya peningkatan kekuatan lenturnya.

Kata kunci : impregnasi, kekuatan, kayu Anggrung, Tembaga Sulfat

PENDAHULUAN

Kayu merupakan salah satu bahan yang penting bagi kehidupan manusia untuk berbagai keperluan seperti untuk bahan energi, konstruksi dan industri lainnya. Pilihan kayu sebagai bahan konstruksi menghendaki pengetahuan sifat-sifat dari kayutersebut agar dalam penggesunaannya dapat dioptimalkan baik dari segi teknis maupun ekonomis. Salah satu kegunaan kayu adalah sebagai bahan konstruksi bangunan perumahan dan gedung. Untuk kegunaan kayu bangunan diperlukan kayu yang memiliki sifat mekanik atau sifat kekuatan dan sifat keawetan tinggi. Sifat kekuatan dan sifat keawetan digolongkan ke dalam kelas kuat dan kelas awet.. Kayu yang berasal dari hutan alam dengan kelas kuat dan kelas awet tinggi sangat langka, sedangkan jenis-jenis kayu komersil seperti kapur dan meranti ketersediaannya sudah sangat berkurang, karena degradasi hutan alam yang cepat selama 40 tahun terakhir.

Kayu anggrung (*Trema orientalis*) adalah tumbuhan pionir dari family Ulmaceae yang banyak tumbuh di Indonesia dan merupakan jenis kayu cepat tumbuh (Endert, 1976). Kayu anggrung (*Trema orientalis*) belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi karena sifat-sifat kayu terutama sifat kekuatan belum banyak diketahui. Sedangkan sifat keawetan atau sifat daya tahan dari perusak kayu secara alami rendah karena kayu anggrung termasuk sifat keawetan rendah yaitu kelas awet V (Seng, 1990). Menurut Hunt dan Garat (1986) dan Duljapar (1996), bahwa keberhasilan pengawetan kayu dipengaruhi oleh sifat kayu, bahan pengawet dan cara pengawetanya. Indikator sifat keawetan yang tinggi adalah jika kayu dalam waktu dan kondisi tertentu tidak mudah terserang oleh perusak kayu (Alex,2000). Sedangkan Hadjib (1998) menyatakan bahwa pengawetan kayu dapat mempengaruhi sifat kekuatannya. Untuk mengetahui bahwa kayu anggrung (*Trema orientalis*) memiliki sifat kekuatan yang baik, maka perlu dilakukan penelitian tentang hubungan pengawetan dan sifat kekuatannya. Penelitian ini menitik beratkan pada besarnya konsentrasi larutan tembaga sulfat terhadap peningkatan kekuatan kayu anggrung (*Trema orientalis*).

METODE PENELITIAN

Kayu anggrung ukuran 3 cm x 3 cm x 30 cm yang telah dikeringkan sampai kadar air pada alat moisture meter menunjukkan angka 20 %, selanjutnya diimpregnasi dengan larutan tembaga sulfat pada konsentrasi 2 %, 3% dan 4 %, dengan jumlah contoh uji untuk masing-masing konsentrasi dan control adalah 10 potong, sehingga jumlah contoh uji sebesar 40 potong. Tekanan impregnasi sebesar 10 atm selama 2

jam, dengan vakum awal dan vakum akhir masing-masing sebesar 60 cm Hg selama 15 menit kemudian, dikeringkan kembali dengan oven pengering pada suhu 70 °C hingga mencapai kadar air pada moisture meter 20 %.

Selanjutnya seluruh contoh /sampel diuji kekuatannya dengan menggunakan alat atau mesin pengujian kayu *Universal Testing Machine* (UTM). Data kekuatan diperoleh adalah kekuatan lengkung pada batas proporsi (KLBP), Modulus patah (Modulus of Rupture / MOR) dan kelenturan (Modulus of Elastisitas / MOE). Contoh kayu yang telah diuji kekuatannya, selanjutnya di potong untuk dilakukan uji penetrasi tembaga sulfat, yang tujuannya adalah untuk mengetahui unsur tembaga (Cu) yang meresap di dalam kayu yang ditandai dengan warna biru permukaan kayu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan kayu anggrung (*Trema orientalis*) yang diimpregnasi dengan tembaga sulfat dengan tiga ukuran konsentrasi yang berbeda tercantum pada table berikut:

Tabel 1. Kekuatan rata-rata kayu anggrung yang diimpregnasi dengan tembaga sulfat dan kayu tanpa impregnasi (control) yang berupa kekuatan lengkung statis pada batas proporsi (KLS/Kg/cm²), Modulus patah (MOR/Kg/cm²) dan Modulus elastisitas (MOE/ x 1000 Kg/cm²).

Impregnasi Tembaga Sulfat				
Konsentrasi	KLS	MOR	MOE	Penetrasi
1	263,80	471,42	358,541	100 %
2	269,59	441,46	396,356	100 %
3	284,93	420,46	379,362	100%
Kontrol	260,40	403,10	334,461	0

Berdasarkan nilai table tersebut, bahwa untuk nilai kekuatan lengkung statis pada batas proporsi ada kecenderungan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi larutan, berbeda halnya dengan nilai modulus patah, dengan peningkatan konsentrasi tembaga sulfat justru menurunkan modulus patah, tetapi dibandingkan dengan kayu tanpa impregnasi masih tetap lebih baik. Sedangkan nilai modulus elastisitas (MOE) sangat variatif yaitu pada konsentrasi 2 % nilai MOE lebih rendah daripada konsentrasi 3 %, tetapi konsentrasi 3 % nilai MOE lebih tinggi daripada konsentrasi 4 %, namun secara keseluruhan nilai MOE dengan Impregnasi masih lebih tinggi disbanding tanpa impregnasi. Sedangkan penetrasi secara keseluruhan mencapai 100 % hal ini karena ukuran contoh kayu yang diimpregnasi. Perbedaan kekuatan tersebut dikarenakan variasi kayunya, baik variasi arah dari pangkal ke ujung maupun variasi dari empelur ke arah luar atau ke kulit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Kayu anggrung (*Trema orientalis*) adalah kayu yang memiliki sifat kekuatan rendah, tetapi sifat kekuatannya dapat ditingkatkan atau dinaikkan dengan cara diimpregnasi atau proses pengawetan vakum – tekan.
2. Sifat keterawetan atau penetrasi termasuk kelompok yang mudah, karena seluruh sampel yang diimpregnasi teresapi oleh tembaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Alex, 2001. Efek Pengawetan dengan Vakum-Tekan Terhadap Sifat Kekuatan Kayu Meranti. Buletin Loupe. Jurusan Pengolahan Hasil Hutan. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. No. 1 Tahun 2001
- .Anonim, 1987. Spesifikasi Kayu Awet Untuk Perumahan dan Gedung. SKBI 4.4.54.1987. UDC : 674.048.004.1. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Duljapar, 1996. Pengawetan Kayu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Elspat, 1997. Pengawetan Kayu dan Bambu. Puspa Swara. Jakarta.

- Endert, 1976. Penuntun Kearsah Keluarga Tumbuh tumbuhan di Indonesia. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- GTZ, 1992. Wood Protection In Tropical Countries. A Manual On The Know How. Eschborn. Germany.
- Hadjib, 1998. Modifikasi Sifat Fisik dan Mekanika Kayu dengan Impregnasi Beberapa Jenis Minyak. Prosiding Seminar MAPEKI Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- Hunt & Garrat, 1986. Pengawetan Kayu. Akademika Presindo. Jakarta.
- Seng, 1990. Berat Jenis Dari Jenis-Jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu Untuk Keperluan Praktek. Pengumuman. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Siau, 1995. Wood Influence of Moisture On Physical Properties. Departemen of Wood Science and Forest Product, Virginia Polytechnic Institute, Keene, New York.

PENGARUH PEMAPARAN TERHADAP SIFAT DASAR KAYU JABON (*Anthocephalus cadamba* (Rocb.) Miq.)

Arinana, Istie Sekartining Rahayu, Noor Farikhah Haneda, Dicky Sihar F. Simamora

Fakultas Kehutanan-Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Jabon merupakan tanaman cepat tumbuh, memiliki tingkat kesilindrisan batang yang baik, mata kayunya relatif sedikit, dan memiliki sifat mekanis yang memadai untuk konstruksi ringan. Sementara itu deteriorasi hasil hutan adalah semua proses dan akibat yang menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas kayu. Deteriorasi kayu akan mempengaruhi masa pakai kayu. Salah satu faktor yang mempengaruhi deteriorasi kayu adalah cuaca. Kayu jabon yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Cianjur Jawa Barat dengan diameter log 40 cm. Kayu jabon selanjutnya dibuat papan dengan ukuran 100 cm x 20 cm x 5 cm. Papan dipaparkan di dalam dan di luar ruangan selama tiga bulan. Papan yang di paparkan di luar dibiarkan terkena hujan dan panas matahari. Selanjutnya papan dipotong, dibuat contoh uji untuk pengujian sifat fisis, mekanis, dan kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemaparan mengakibatkan kadar air menjadi meningkat, menurunkan sifat mekanis, dan menurunkan nilai komponen kimia kayu.

Kata kunci: cuaca, jabon, kimia kayu, pemaparan, sifat fisis, sifat mekanis

PENDAHULUAN

Salah satu jenis tanaman rakyat yang sedang marak dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir ini adalah tanaman jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.)Miq.). Ada beberapa alasan yang menyebabkan tanaman ini lebih dipilih untuk dikembangkan, diantaranya karena merupakan tanaman cepat tumbuh (*fast growing species*), memiliki tingkat kesilindrisan batang yang baik, mata kayunya relatif sedikit, dan memiliki sifat mekanis yang memadai untuk konstruksi ringan seperti kaso, usuk, reng, dan rangka jendela (Mansur dan Tuheteru, 2010). Akan tetapi kayu jabon memiliki kelas awet yang rendah sehingga sangat rentan terhadap serangan faktor perusak kayu baik biotik maupun abiotik (mengalami deteriorasi).

Menurut Bowyer *et al.* (2003) deteriorasi hasil hutan adalah semua proses dan akibat yang menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas kayu yang diakibatkan oleh pembusukan, noda cendawan, serangga, api, dan pelapukan. Deteriorasi kayu akan mengurangi masa pakai kayu (Tarumingkeng, 2000). Penyebab deteriorasi hasil hutan terdiri dari faktor eksternal dan faktor internal (faktor alam). Faktor eksternal terdiri dari faktor kimia, biologi, dan mekanis. Faktor alam terdiri dari cuaca, geokimia, kebakaran, dan letusan gunung berapi (bencana alam).

Sementara itu berdasarkan data dari Badan Perencanaan Daerah Kota Bogor (2006), Bogor memiliki tingkat kelembaban udara yang tinggi, yaitu berkisar 70% dan memiliki suhu udara yang hangat, yaitu berkisar antara 26 °C-34 °C, sedangkan curah hujan tiap tahun berkisar 3000-4000 mm. Kondisi cuaca tersebut mendukung perkembangan organisme perusak kayu, yang akhirnya dapat mempengaruhi kualitas kayu. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pemaparan terhadap sifat dasar kayu jabon. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemaparan terhadap sifat dasar kayu jabon (*A. cadamba*) yaitu meliputi sifat fisis, mekanis, dan kimia.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Peneilitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2011-Maret 2012 di Bagian Teknologi Peningkatan Mutu Kayu, Bagian Rekayasa dan Disain Bangunan Kayu, Bagian Kimia Kayu, dan Laboratorium Terpadu Departemen Hasil Hutan-Fakultas Kehutanan-Institut Pertanian Bogorserta di Perwira 10 Darmaga Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*), asam nitrat (HNO_3), natrium hidroksida (NaOH), asam asetat glacial (CH_3COOH), natrium klorit (Na_2ClO_3), natrium hipoklorit (NaHClO_2), asam sulfat (H_2SO_4), ethanol benzene, dan aquades. Sedangkan alat yang digunakan adalah oven, *caliper*, timbangan elektronik, desikator, *universal testing machine* (UTM) merk Instron dan Amsler, *hammer mill*, *waterbath*, gelas ukur, gelas piala, *autoclave*, dan kertas saring.

Persiapan Bahan

Kayu jabon berasal dari hutan rakyat yang berlokasi di Cianjur Jawa Barat dengan diameter log adalah 40 cm. Log kayu jabon selanjutnya digergaji dan dibuat papan dengan ukuran 100 cm x 20 cm x 5 cm. Bentuk log dan papan dapat dilihat pada Gambar 1. Papan tersebut kemudian dipaparkan di dalam dan di luar ruangan selama tiga bulan. Setelah tiga bulan, papan dipotong untuk dibuat contoh uji.



Gambar 1. Log kayu jabon sebelum digergaji (a) dan papan uji kayu jabon (b)

Pengujian Pengaruh Pemaparan

Ukuran papan uji adalah 100 cm x 20 cm x 5 cm. Papan uji dikeringkan dalam kiln drying selama 4 hari dengan suhu $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ agar mencapai kadar air kering udara. Selanjutnya papan uji ada yang di paparkan di luar ruangan dan ada yang dipaparkan di dalam ruangan. Pemaparan di luar ruangan dilakukan dengan cara meletakkan papan uji dengan menyandarkan papan uji di sebuah tiang (Gambar 2), sedangkan pemaparan di dalam ruangan dilakukan dengan cara meletakkan papan uji secara horizontal. Waktu pemaparan selama tiga bulan. Selama pemaparan, dilakukan pengamatan hari hujan dan pengamatan terhadap perubahan warna pada papan uji.



Gambar 2. Pemaparan papan uji di luar ruangan

Pengujian Sifat Dasar

Pengujian yang dilakukan yaitu sifat fisis, mekanis, dan kimia kayu. Contoh uji sifat fisis dibuat berdasarkan British Standard (BS-373). Sifat fisis yang diuji adalah kadar air dan berat jenis. Sementara itu contoh uji mekanis dibuat berdasarkan standar American Society for Testing and Materials (ASTM) D 143-2008. Sifat mekanis yang diuji adalah keteguhan lentur statis, *modulus of rupture*, dan kekerasan. Sedangkan prosedur pengujian sifat kimia berdasarkan *Technical Association of the Pulp and Paper Industry* (TAPPI 1991), dimana pada penelitian ini komponen kimia yang di hitung adalah holoselulosa, alpha selulosa, dan kadar lignin.

Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap, dimana perlakuannya adalah lokasi pemaparan. Jika uji F-hitung pada taraf 5% menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan. Model umum rancangan percobaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Nilai rata-rata ulangan

α_i = Pengaruh perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

ϵ_{ij} = Kesalahan percobaan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Visual akibat Pemaparan Papan Uji

Kondisi visual papan uji kayu jabon yang dipaparkan di luar ruangan selama nol bulan, satu bulan, dua bulan, dan tiga bulan dapat dilihat pada Gambar 3. Papan uji nol bulan atau kondisi awal papan uji masih dalam kondisi yang baik. Pada bulan pertama mulai terlihat adanya jamur sampai pada bulan ketiga papan uji mengalami perubahan warna menjadi cokelat kehijauan dan ditumbuhi oleh jamur. Hal ini disebabkan kondisi diluar ruangan yang basah mempengaruhi tumbuhnya jamur. Jamur dapat bertahan hidup pada kondisi yang basah, sehingga dengan tumbuhnya jamur dan menempel pada papan uji mengakibatkan papan uji mengalami perubahan warna.



Gambar 3. Kondisi papan uji kayu jabon setelah 0, 1, 2, dan 3 bulan pemaparan di luar ruangan

Sementara itu kondisi visual papan uji kayu jabon yang dipaparkan di dalam ruangan selama nol bulan, satu bulan, dua bulan, dan tiga bulan dapat dilihat pada Gambar 4. Papan uji nol bulan atau kondisi awal papan uji masih dalam kondisi yang baik, pada bulan pertama belum terlihat adanya perubahan warna, sampai pada bulan ketiga papan uji tidak mengalami perubahan warna yang signifikan. Hal ini disebabkan kondisi di dalam ruangan kering sehingga tidak mempengaruhi tumbuhnya jamur. Jamur tidak dapat bertahan pada kondisi yang kering, sehingga tidak mengakibatkan perubahan warna yang signifikan pada papan uji.



Gambar 4. Kondisi papan uji kayu jabon setelah 0, 1, 2, dan 3 bulan pemaparan di dalam ruangan

Sifat Fisis

Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa kadar air kayu jabon yang di paparkan di luar ruangan sebesar 20% sedangkan yang di paparkan di dalam ruangan sebesar 12%. Dari data tersebut berarti nilai kadar air kayu di luar ruangan lebih tinggi dibandingkan kadar air kayu di dalam ruangan. Hal ini terjadi karena papan uji selama di luar ruangan terpapar oleh panas dan hujan. Berdasarkan pengamatan selama pemaparan selama tiga bulan terjadi hujan dan gerimis. Sementara itu papan uji yang berada di dalam ruangan terlindung dari panas dan hujan. Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan menunjukkan bahwa perlakuan pemaparan berbeda nyata terhadap respon kadar air.

Berat Jenis

Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa berat jenis kayu jabon yang dipaparkan di luar ruangan sebesar 0.35 sementara itu kayu jabon yang dipaparkan di dalam ruangan sebesar 0.32. Dari data tersebut berarti tidak ada perbedaan nilai berat jenis yang signifikan antara kayu yang dipaparkan di luar ruangan dengan yang di dalam ruangan. Hal tersebut juga dibuktikan berdasarkan analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95%, perlakuan pemaparan memberikan respon yang tidak berbeda nyata terhadap berat jenis.

Sifat Mekanis

Keteguhan Lentur Statis (MOE)

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai MOE kayu jabon yang dipaparkan di luar ruangan sebesar 31 870.4 kg/cm² sedangkan yang dipaparkan di dalam ruangan sebesar 58 460.6 kg/cm². Berdasarkan analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan pemaparan memberikan respon yang berbeda nyata. Hal ini diduga karena pemaparan di dalam dan di luar ruangan mempengaruhi elastisitas kayu. Pemaparan di luar ruangan dengan kondisi basah mempengaruhi pertumbuhan jamur. Jamur merusak komponen kayu sehingga menyebabkan nilai MOE kayu di ruangan lebih rendah dibandingkan nilai MOE kayu di dalam ruangan.

Modulus of Rupture (MOR)

Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa MOR kayu jabon yang dipaparkan di luar ruangan sebesar 210.3 kg/cm³, sedangkan yang di paparkan di dalam ruangan sebesar 395.6 kg/cm³. Berdasarkan analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan pemaparan memberikan respon yang berbeda nyata. Hal ini diduga karena pemaparan di dalam dan di luar ruangan mempengaruhi elastisitas kayu. Pemaparan di luar ruangan dengan kondisi basah mempengaruhi pertumbuhan jamur. Jamur merusak komponen kayu sehingga menyebabkan nilai MOR kayu di ruangan lebih rendah dibandingkan nilai MOR kayu di dalam ruangan.

Kekerasan

Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa kekerasan kayu jabon yang dipaparkan di luar ruangan sebesar 182 kg/cm², sedangkan yang di paparkan di dalam ruangan sebesar 242 kg/cm². Berdasarkan analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan pemaparan tidak berpengaruh nyata terhadap kekerasan kayu jabon. Hal ini seiring dengan nilai BJ, dimana BJ kayu jabon yang di paparkan di luar ruangan dan di dalam ruangan tidak signifikan.

Tabel 1. Nilai mekanis kayu jabon yang dipaparkan di luar dan di dalam ruangan

No	Lokasi Pemaparan	MOE (kg/cm ²)	MOR (kg/cm ³)	Kekerasan (kg/cm ²)
1	Di Luar Ruangan	31 870.4	210.3	182
2	Di Dalam Ruangan	58 460.6	395.6	242

Sifat Kimia Kayu

Holoselulosa

Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa holoselulosa kayu jabon yang dipaparkan di luar ruangan sebesar 61.9% sedangkan yang dipaparkan di dalam ruangan sebesar 69.4%. Berdasarkan analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan pemaparan memberikan respon yang berbeda nyata. Hal ini diduga karena kayu yang dipaparkan di luar ruangan diserang oleh jamur yang merusak komponen kayu, sedangkan kayu jabon yang di paparkan di dalam ruangan tidak terserang jamur sehingga kandungan holoselulosanya lebih tinggi.

Alpha Selulosa

Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa alpha selulosa kayu jabon yang dipaparkan di luar ruangan sebesar 41.1% sedangkan yang dipaparkan di dalam ruangan sebesar 44.3%. Berdasarkan analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan pemaparan memberikan respon yang berbeda nyata. Hal ini diduga karena kayu yang dipaparkan di luar ruangan diserang oleh jamur yang merusak komponen kayu, sedangkan kayu jabon yang di paparkan di dalam ruangan tidak terserang jamur sehingga kandungan alpha selulosanya lebih tinggi.

Lignin Klason

Berdasarkan hasil penelitian menyatakan bahwa alpha selulosa kayu jabon yang dipaparkan di luar ruangan sebesar 17.4% sedangkan yang dipaparkan di dalam ruangan sebesar 19.4%. Berdasarkan analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan pemaparan memberikan respon yang berbeda nyata. Hal ini diduga karena kayu yang dipaparkan di luar ruangan diserang oleh jamur yang merusak komponen kayu, sedangkan kayu jabon yang di paparkan di dalam ruangan tidak terserang jamur sehingga kandungan lignin klasonnya lebih tinggi.

Tabel 2 Persentase komponen kimia kayu jabon yang dipaparkan di luar dan di dalam ruangan

No	Lokasi Pemaparan	Holoselulosa (%)	Alpha Selulosa (%)	Lignin Klason (%)
1	Di Luar Ruangan	61.9	41.1	17.4
2	Di Dalam Ruangan	69.4	44.3	19.4

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa secara umum pemaparan terhadap kayu jabon memberikan pengaruh terhadap sifat fisis, mekanis, dan kimia, dimana pemaparan mengakibatkan kadar air menjadi meningkat, sifat mekanis menjadi menurun, dan menyebabkan penurunan nilai komponen kimia dalam kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- [ASTM] American Society for Testing and Materials. 2008. Annual Book of ASTM Standards. Volume 04.10. Wood. D-143. Section Four. USA.
- Badan Perencanaan Daerah Kota Bogor. 2006. Revisi Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bogor Tahun 2006-2015. Bogor.
- Bowyer JL, Shmulsky R, Haygreen JG. 2003. Forest Product and Wood Science: An Introduction. Iowa State Press. Ames. Iowa.
- [BSI] British Standard Institution. 1997. Methode of Testing Small Clear Speciments of Timber. Serial BS 373: 1957.
- Mansur I, Tuheteru FD. 2010. Kayu Jabon. Bogor: Penebar Swadaya.
- [TAPPI] Technical Association of the Pulp and Paper Industry. 1991. TAPPI Test Methods. Atlanta: TAPPI Press.
- Tarumingkeng RC. 2000. Manajemen Deteriorasi Hasil Hutan. Jakarta. Ukrida Press.

RESPON PERTUMBUHAN SEMAI KAPUR (*Dryobalanops aromatica*) PADA MEDIA TANAM YANG BERBEDA

Marjenah

Lab. Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua Jl. Ki Hajar Dewantara P.O. Box 1013
Telp. (0541) 735 089; 749 068 Fax. (0541) 735 379 Samarinda 75116
e-mail : marjenah.umar@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan top soil sebagai media pertumbuhan tanaman di persemaian lambat laun akan menyebabkan hilangnya lapisan utama tanah hutan. Padahal, sebagaimana kita ketahui top soil merupakan sumber utama untuk pertumbuhan vegetasi di hutan. Penambahan top soil yang terus menerus akan berakibat pada rusaknya tanah hutan. Untuk menghindari terjadinya pengambilan tanah hutan yang akan digunakan sebagai media tanam secara terus menerus, dipandang perlu untuk mencari alternatif pengganti top soil. Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis respon pertumbuhan semai kapur pada media tanam yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan di Persemaian Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan satu faktor (media tanam) yang terdiri dari 4 kategori, yaitu: A₀ (kontrol, top soil 100%); A₁ (top soil 80% + kompos 20%); A₂ (top soil 80% + arang sekam 20%) dan A₃ (top soil 80% + cocopeat 20%). Hasil penelitian menunjukkan, untuk persen hidup tanaman untuk A₀, A₁, A₂, dan A₃ berturut-turut adalah 100%, 100%, 97,78% dan 97,78%. Pada pertumbuhan diameter semai, perbedaan media tanam memberikan pengaruh yang tidak signifikan. Pada pertumbuhan tinggi semai, perbedaan media tanam berpengaruh signifikan. Kombinasi media tanam yang menunjukkan pengaruh yang terbaik dibandingkan dengan top soil adalah media tanam A₂ (top soil 80% + arang sekam 20%). Penggunaan top soil dapat dikurangi dengan cara menambahkan beberapa bahan pencampur media (dalam hal ini, kompos, arang sekam, dan cocopeat).

Kata kunci: respon pertumbuhan, media tanam, kompos, arang sekam, cocopeat.

LATAR BELAKANG

Media tanam atau media tumbuh adalah bahan atau campuran bahan yang digunakan untuk menumbuhkan tanaman baik yang berasal dari pembiakan generatif maupun vegetatif. Media tumbuh memiliki peranan yang cukup besar di dalam memberikan lingkungan mikro yang sesuai untuk perkecambahan biji, pembentukan akar stek, dan pertumbuhan awal bibit tanaman. Media tanam menyediakan tempat untuk penjangkaran akar tanaman; menyediakan ruang udara yang memungkinkan terjadinya respirasi; dan mempertahankan air yang tersedia cukup untuk memungkinkan pertumbuhan tanaman.

Media tumbuh yang baik mengandung unsur hara yang cukup, bertekstur ringan, dan dapat menahan air sehingga menciptakan kondisi yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman. Media yang digunakan untuk perbanyakan tanaman mempunyai beberapa persyaratan, yaitu: cukup kompak (firm and dense) agar kuat menopang tegaknya batang, mempunyai kapasitas memegang air (water holding capacity) yang cukup baik untuk perkembangan tanaman, dan tidak terlalu lembab karena akan merangsang pertumbuhan jamur yang dapat menyebabkan penyakit (Lakitan, 1996). Selain itu, persyaratan media yang baik adalah ringan, tidak mahal, seragam dan tersedia cukup banyak.

Media pertumbuhan yang selama ini umum digunakan di tempat-tempat persemaian adalah lapisan tanah atas (top soil). Penggunaan top soil (secara terus menerus) sebagai media pertumbuhan tanaman di persemaian lambat laun akan menyebabkan hilangnya lapisan utama tanah hutan. Padahal, sebagaimana kita ketahui top soil merupakan sumber utama untuk pertumbuhan vegetasi di hutan. Penambahan top soil yang terus menerus akan berakibat pada rusaknya tanah hutan. Untuk menghindari terjadinya pengambilan

tanah hutan yang akan digunakan sebagai media tanam secara terus menerus, dipandang perlu untuk mencari alternatif pengganti top soil.

Tanah saja sebagai media tumbuh tidak selalu memenuhi syarat sebagai media tumbuh yang baik. Selain itu penggunaan lapisan tanah atas (top soil) dalam skala besar dapat mengakibatkan pengikisan secara meluas dan merusak lingkungan. Oleh karena itu tanah biasanya dicampurkan dengan berbagai media agar dapat mengurangi penggunaan top soil dan dapat menambah unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Pertumbuhan tanaman dapat diartikan sebagai pertambahan ukuran tanaman dan berat kering tanaman yang bersifat tidak dapat balik. Pertumbuhan tanaman dapat terjadi apabila lingkungan mikro berada pada kondisi yang menyenangkan bagi tumbuhan/tanaman. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor luar dan faktor dalam.

Pertumbuhan tanaman pada dasarnya disebabkan oleh pembesaran sel (cell enlargement) dan pembelahan sel (cell division). Berlandaskan pada kenyataan ini, maka jumlah sel dapat digunakan sebagai indikator pertumbuhan tanaman atau lebih sering digunakan sebagai indikator pertumbuhan organ tanaman, misalnya daun dan buah. Asumsi dasar dari penggunaan jumlah sel sebagai indikator pertumbuhan adalah bahwa sel-sel yang menyusun organ tersebut berukuran relatif seragam dan sel-sel tersebut mempunyai batas ukuran maksimalnya (Lakitan, 1996; Salisbury dan Ross, 1995).

Pada banyak kajian, pertumbuhan perlu diukur. Teorinya, semua ciri pertumbuhan dapat diukur, tapi ada dua macam pengukuran yang lazim digunakan untuk mengukur pertambahan volume atau massa. Pertambahan volume (ukuran) sering ditentukan dengan cara mengukur perbesaran ke satu arah atau dua arah; seperti panjang (tinggi) batang dan/atau diameter batang (Salisbury dan Ross, 1995).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman kapur (*Dryobalanops aromatica*) terhadap media tanam yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di areal persemaian Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Gunung Kelua Samarinda. Waktu yang diperlukan untuk penelitian ini $\pm$ 6 bulan, termasuk di dalamnya kegiatan persiapan bedengan, persiapan bahan tanaman, pemindahan bahan tanaman ke polybag yang baru, penataan tanaman, penomoran tanaman, pengukuran/pengamatan (selama 3 bulan), analisis di laboratorium, pengolahan data, penulisan dan pembahasan hasil penelitian.

Bahan dan Peralatan serta Objek Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah top soil, kompos serbuk gergaji, arang sekam, *coco peat*, bahan-bahan habis pakai (BHP) seperti label untuk penandaan semai, polybag ukuran 20 cm x 15 cm, dan bahan-bahan untuk analisis kandungan hara media pertumbuhan tanaman.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah micro caliper untuk mengukur diameter semai, meteran kayu untuk mengukur tinggi semai, kamera dan alat tulis; serta alat-alat yang berhubungan dengan kegiatan di persemaian. Objek penelitian ini adalah semai kapur (*Dryobalanops aromatica*) umur 6 bulan.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang mengikuti Pola Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomized Design* /CRD) Faktor yang digunakan adalah media pertumbuhan tanaman dengan campuran yang berbeda. Sebagai bahan utama media pertumbuhan adalah top soil yang diambil dari hutan sekunder, sedangkan sebagai bahan pencampur adalah kompos (dari serbuk gergaji), arang sekam, dan *coco peat*.

Faktor media pertumbuhan tersebut dibuat dengan komposisi sebagai berikut:

- A₀ = 100% top soil (kontrol)
- A₁ = 80% top soil + 20% kompos
- A₂ = 80% top soil + 20% arang sekam
- A₃ = 80% top soil + 20% *coco peat*.

Media pertumbuhan yang terdiri dari 4 komposisi campuran menjadi perlakuan penelitian ini. Setiap perlakuan diulang 3 kali, sehingga terdapat 12 satuan perlakuan. Masing-masing satuan perlakuan ditanam sebanyak 15 bibit, sehingga jumlah bibit keseluruhan adalah 180 bibit. Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini adalah persen hidup semai (%), tinggi (cm), diameter (mm), dan Indeks Kualitas Bibit.

Penghitungan persen hidup tanaman dilakukan pada akhir penelitian menggunakan rumus sederhana, sebagai berikut:

$$Ph (\%) = \frac{\text{Jumlah bibit yang hidup}}{\text{Jumlah bibit yang ditanam}} \times 100$$

Indeks Kualitas Bibit (IKB) merupakan perbandingan antara berat kering total dengan kekokohan bibit dan nisbah pucuk akar. Indeks Kualitas Bibit (IKB) dapat dijadikan suatu parameter karena dapat menggambarkan sifat morfologis dan fisiologis semai. Indeks Kualitas Bibit (IKB) dihitung menggunakan rumus Dickson Quality Indeks (Dickson *et al.*, 1960 dalam Binotto *et al.*, 2010) yaitu:

$$\text{Indeks Kualitas Bibit} = \frac{\text{BeratKeringTotal (g)}}{\left(\frac{\text{Tinggi(cm)}}{\text{Diameter (mm)}} \right) + \left(\frac{\text{Beratkeringtunas(g)}}{\text{Berat keringakar(g)}} \right)}$$

Data hasil pengukuran selanjutnya dianalisis menggunakan uji F. Apabila F hitung menunjukkan perbedaan yang signifikan atau sangat signifikan maka dilakukan uji lanjutan untuk membandingkan masing-masing perlakuan. Uji lanjutan yang digunakan adalah uji beda nyata terkecil (*Least Significant Difference/LSD*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan dan produktivitas tanaman yang optimal selain ditentukan oleh kualitas bahan tanam yang digunakan, juga ditentukan oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang penting, di antaranya adalah sifat fisik tanah dan ketersediaan hara pada media tanam.

Hasil penghitungan terhadap parameter yang diamati (persen hidup, pertumbuhan tinggi, pertumbuhan diameter, Indeks Kualitas Bibit) dari semai kapur (*Dryobalanops aromatica*) yang ditanam pada campuran media pertumbuhan yang berbeda ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penghitungan terhadap parameter pertumbuhan semai kapur (*Dryobalanops aromatica*) pada campuran media pertumbuhan yang berbeda

No.	Parameter	Pengukuran	Campuran Media Pertumbuhan			
			A ₀	A ₁	A ₂	A ₃
1	Persen Hidup Tanaman	Rataan	100	100	97,78	97,78
2.	Pertumbuhan tinggi (cm)	t 0	24,85	26,62	25,90	25,08
		t 1	25,98	29,97	29,72	28,86
		t 2	28,13	32,43	32,76	30,98
		t 3	31,07	35,76	36,73	34,00
		Rataan	27,51	31,19	31,32	29,86
		Pertambahan tinggi	6,22	9,14	10,83	8,92
3.	Pertumbuhan diameter (mm)	d 0	2,86	2,71	2,60	2,38
		d 1	3,23	3,01	2,98	2,73
		d 2	3,42	3,28	3,11	3,09
		d 3	3,71	3,85	3,78	3,55
		Rataan	3,31	3,21	3,12	2,94
		Pertambahan diameter	0,85	1,14	1,18	1,17
4.	Indeks Kualitas Bibit	Rataan	0,147	0,140	0,102	0,098

Keterangan.: A₀ = 100% top soil (kontrol); A₁ = 80% top soil + 20% kompos; A₂ = 80% top soil + 20% arang sekam; A₃ = 80% top soil + 20% *coco peat*.

Persen Hidup Tanaman

Persen hidup tanaman dapat diartikan sebagai indikator keberhasilan penanaman. Penentuan keberhasilan penanaman dilihat berdasarkan persen hidup dari tanaman yang dikategorikan sebagai berikut: persen hidup >75% kriteria sangat baik; 50% - 75% termasuk dalam kriteria baik; 36% - 49% kriteria sedang; dan <35% dianggap gagal (Sutiono dan Sugama, 1999 dalam Kiswanto, 2008).

Hasil penghitungan terhadap persen hidup semai kapur (*Dryobalanops aromatica*) yang ditanam pada media pertumbuhan dengan campuran yang berbeda ditampilkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Persen Hidup Semai Kapur (*Dryobalanops aromatica*) pada Media Pertumbuhan dengan Campuran yang Berbeda

Campuran Media	Jumlah Bibit yang ditanam	Jumlah Bibit yang Hidup	Persen Hidup (%)
A ₀ (100% top soil)	45	45	100
A ₁ (80% top soil + 20% kompos)	45	45	100
A ₂ (80% top soil + 20% arang sekam)	45	44	97,78
A ₃ (80% top soil + 20% <i>coco peat</i>)	45	44	97,78

Hasil penghitungan persen hidup tanaman menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan penanaman semua berada dalam kriteria sangat baik, karena memiliki persen hidup >75%. Hal ini menunjukkan bahwa semua campuran media yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikategorikan sebagai campuran media yang baik.

Pertumbuhan Tinggi Semai

Pada Tabel 1 ditampilkan data hasil penghitungan pertambahan tinggi semai kapur (*Dryobalanops aromatica*) yang ditanam pada campuran media yang berbeda. Respon pertumbuhan yang nampak adalah bahwa pertambahan tinggi semai yang terbaik adalah pada campuran media A₂ (80% top soil + 20% arang sekam), A₁ (80% top soil + 20% kompos), A₃ (80% top soil + 20% *coco peat*), dan A₀ (100% top soil) berturut-turut 10,83 cm; 9,14 cm; 8,92 cm; dan 6,22 cm.

Selanjutnya dari hasil penghitungan pertumbuhan tinggi semai kapur (*Dryobalanops aromatica*) dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam untuk mengetahui pengaruh campuran media tanam terhadap pertambahan tinggi, seperti ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Campuran Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tinggi Semai Kapur (*Dryobalanops aromatica*)

Sumber Variasi (SV)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rataan (KR)	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	31,06	10,35	4,50*		
Galat	8	18,42	2,30		4,07	7,59
Jumlah	11	49,48				

Keterangan: * : signifikan

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan variasi campuran media tanam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi semai Kapur (*Dryobalanops aromatica*). Untuk mengetahui perlakuan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi, dilakukan uji lanjutan dengan uji LSD. Hasil uji LSD ditampilkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil uji LSD Pengaruh Campuran Media Tanam Terhadap Pertambahan Tinggi Semai Kapur (*Dryobalanops aromatica*).

Campuran Media	Rataan Pertambahan Tinggi (cm)	Selisih Nilai				LSD	
		A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	5%	1%
A ₀	6,22	-	2,92 ^{ns}	4,61 ^{ns}	2,70 ^{ns}	7,00	10,18
A ₁	9,14	-	-	1,69 ^{ns}	0,22 ^{ns}		
A ₂	10,83	-	-	-	1,91 ^{ns}		
A ₃	8,92	-	-	-	-		

Keterangan: ns = non signifikan.

Hasil uji LSD pengaruh campuran media tanam terhadap pertambahan tinggi Semai Kapur (*Dryobalanops aromatica*), menunjukkan selisih yang tidak signifikan. Ini membuktikan bahwa campuran media tanam baik A₁ (80% top soil + 20% kompos); A₂ (80% top soil + 20% arang sekam); maupun A₃ (80% top soil + 20% *coco peat*) sama baiknya dengan A₀ (100% top soil). Sehingga dapat dikatakan bahwa campuran media tanam yang digunakan dalam penelitian ini dapat digunakan untuk pemakaian yang berikutnya karena dapat mengurangi pemakaian top soil sampai 20%. Selanjutnya, untuk penelitian berikutnya, dapat dicoba dengan menaikkan komposisi campuran (30% atau 40%).

Pertumbuhan Diameter Semai

Pada Tabel 1 ditampilkan data hasil penghitungan pertambahan diameter semai kapur (*Dryobalanops aromatica*) yang ditanam pada campuran media yang berbeda. Respon pertumbuhan yang nampak adalah bahwa pertambahan diameter semai yang terbaik adalah pada campuran media A₂ (80% top soil + 20% arang sekam), A₃ (80% top soil + 20% *coco peat*), A₁ (80% top soil + 20% kompos), dan A₀ (100% top soil) berturut-turut 1,18 mm; 1,17 mm; 1,14 mm; dan 0,85 mm.

Selanjutnya dari hasil penghitungan pertambahan diameter semai kapur (*Dryobalanops aromatica*) dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam untuk mengetahui pengaruh campuran media tanam terhadap pertambahan diameter, seperti ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Campuran Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Diameter Semai Kapur (*Dryobalanops aromatica*)

Sumber Variasi (SV)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rataan (KR)	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	3	0,20	0,07	2,01 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	0,27	0,03			
Jumlah	11	0,47				

Keterangan *: signifikan

Dari Tabel 5 terlihat bahwa perbedaan perlakuan (variasi campuran media tanam) menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan terhadap pertambahan diameter tanaman.

Kecenderungan respon pertumbuhan diameter akibat perlakuan yang diujikan hampir sama dengan parameter tinggi. Respon pertumbuhan diameter bibit yang terbaik adalah pada campuran media pertumbuhan A₂ (80% top soil + 20% arang sekam). Demikian pula halnya respon pertumbuhan tinggi yang terbaik adalah pada campuran media pertumbuhan A₂ (80% top soil + 20% arang sekam).

Penggunaan arang sekam sebagai campuran media pertumbuhan telah lama dilakukan. Marjenah (1995) telah melakukan penelitian penambahan arang sekam 20% dari volume pot pada jenis *Shorea lerposula* Miq. dan *S. parvifolia* Dyer. Hasil penelitian tersebut menunjukkan campuran top soil dan arang sekam dapat meningkatkan riap diameter 77 – 80% dan 72 – 88%, riap tinggi 25 – 33% dan 35 – 50%; selama 3 bulan pengamatan di persemaian.

Penambahan arang sekam ke dalam media pertumbuhan tanaman sangatlah penting karena sebagai penunjang pertumbuhan bagi tanaman. Arang sekam mengandung fosfor yang mempunyai pengaruh yang menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman. Fungsi arang sekam adalah untuk memperbaiki struktur tanah dan sifat fisik tanah, arang sekam mempunyai partikel-partikel yang berpengaruh terhadap gerakan air, udara, dan kelembaban di dalam tanah, sehingga aerasi dan drainase menjadi lebih baik. Manfaat lain dari penambahan arang sekam sebagai media tanam adalah : untuk menetralkan tingkat keasaman tanah,

merangsang berkembangnya mikrobia tanah yang menguntungkan dan menekan bakteri yang merugikan, menetralkan unsur racun, membantu meningkatkan daya isap dan daya ikat tanah terhadap air, menyuburkan tanah dan menjadikan tanah agar tetap gembur dan subur, serta memperbaiki drainase dan aerasi tanah. Diduga ada hubungan yang erat antara jamur mikoriza dengan bakteri tanah yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman Dipterocarpaceae (Mori dan Marjenah, 1993).

Indeks Kualitas Bibit

Indeks Kualitas Bibit (IKB) merupakan perbandingan antara berat kering total dengan kekokohan bibit yang merupakan perbandingan tinggi dan diameter bibit serta nisbah pucuk akar. Indeks Kualitas Bibit dapat dijadikan suatu parameter pertumbuhan tanaman karena dapat menggambarkan sifat morfologis dan fisiologis semai. Indeks Kualitas Bibit (IKB) merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan kelayakan suatu bibit untuk siap tanam di lapangan. Hasil penghitungan yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa IKB semai Kapur (*Dryobalanops aromatica*) adalah 0,147 pada A₀ (100% top soil); 0,140 pada A₁ (80% top soil + 20% kompos); 0,102 pada A₂ (80% top soil + 20% arang sekam), dan 0,098 pada A₃ (80% top soil + 20% *coco peat*). Hasil penghitungan Indeks Kualitas Bibit (IKB) pada semai Kapur (*Dryobalanops aromatica*) ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Penghitungan Kekokohan Bibit, Nisbah Pucuk Akar, dan Indeks Kualitas Bibit Kapur (*Dryobalanops aromatica*)

Campuran Media	Tinggi (cm)	Diameter (mm)	Berat Kering (gr)		Kekokohan Bibit	Nisbah Pucuk Akar	IKB
			Pucuk	Akar			
A ₀	31,20	3,40	1,20	0,50	9,176	2,40	0,147
A ₁	26,50	2,34	1,10	0,70	11,325	1,57	0,140
A ₂	28,80	3,54	0,80	0,30	8,136	2,67	0,102
A ₃	30,10	3,53	0,80	0,30	8,527	2,67	0,098

Nilai kekokohan bibit yang tinggi menunjukkan kemampuan hidup yang rendah karena tidak seimbangnya antara tinggi batang dan diameternya. Nilai kekokohan bibit yang baik/optimum adalah mendekati nilai 4 – 5. Sementara itu, semai yang ditanam dalam wadah container dengan indeks kualitas bibit lebih besar dari 0,09 akan lebih mudah tumbuh di lapangan (Dirjosoemarto, 1991 dalam Adinugraha, 2012). Hasil penghitungan IKB semai Kapur (*Dryobalanops aromatica*) menunjukkan nilai > 0.09 sehingga setiap campuran media pertumbuhan yang digunakan dapat menghasilkan bibit yang lebih mudah tumbuh ketika ditanam di lapangan.

Kemampuan hidup bibit yang tinggi menunjukkan bahwa faktor lingkungan telah memberikan berbagai sarana yang cukup bagi tanaman, seperti air, hara dan udara serta bebas dari gangguan hama dan penyakit yang potensial menyerang tanaman.

Penggunaan arang sekam, kompos, dan *cocopeat* sebagai campuran pada media pertumbuhan memberikan manfaat yang besar kepada kita karena mampu mengurangi pemakaian top soil sebagai media pertumbuhan.

Arang sekam, meskipun bukan sejenis pupuk, atau sumber nutrisi bagi tumbuhan atau mikroba; tetapi arang sekam merupakan bahan yang dapat dipergunakan untuk memperbaiki sifat fisik (drainase dan aerasi) tanah dan sifat kimia tanah (34,25% karbon terkandung dalam arang sekam; Mori dan Marjenah, 1994). Selain itu, arang sekam juga dapat mengurangi CO₂ dari atmosfer dengan cara mengikatnya ke dalam tanah (Istadi, 2009).

Pemanfaatan arang sekam telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti (Marjenah, 2013). Hasil penelitian terbaru menunjukkan beberapa pengaruh arang terhadap tanah:

1. Meningkatkan infiltrasi dan kemampuan menyimpan air;
2. Memperbaiki struktur dan stabilitas tanah;
3. Menyerap ion-ion amonium, fosfat, dan kalsium;
4. Mempertinggi kapasitas penyimpanan (retensi) unsur hara;
5. Perkembangan perakaran menjadi lebih baik;
6. Meningkatkan pH dan ketahanan tanah;
7. Meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan juga anion;
8. Meningkatkan kesuburan dan retensi unsur hara lebih dari bahan organik tanah konvensional;

9. Meningkatkan aktivitas dan diversitas biologis tanah dan membangun kondisi yang dilukiskan sebagai suatu "microbial reef" (terumbu mikroba);
10. Mengurangi hilangnya pupuk, khususnya nitrat dan fosfor;
11. Mengurangi total keperluan pupuk;
12. Mitigasi iklim dan dampak lingkungan terhadap lahan pertanian.

Sementara itu, pemanfaatan kompos sebagai campuran media pertumbuhan tanaman juga menunjukkan respon pertumbuhan yang tidak jauh berbeda dengan penggunaan top soil 100% dan dengan campuran arang sekam 20%. Kelebihan dari penggunaan kompos sebagai campuran media pertumbuhan adalah sifatnya yang mampu mengembalikan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat-sifat tanah, baik fisik, kimia, maupun biologis. Selain itu, kompos juga menjadi fasilitator dalam penyerapan unsur nitrogen (N) yang sangat dibutuhkan tanaman. Kompos dapat membuat aerasi tanah yang baik dan struktur tanah menjadi gembur sehingga tanaman dapat berkembang lebih baik dan cukup efektif dalam menyerap unsur hara (Salisbury dan Ross, 1995).

Lain daripada itu Murbandono (2003) dalam Marjenah (2012) mengemukakan peran penting kompos bagi perbaikan mutu dan sifat tanah. Berikut ini sejumlah peran penting tersebut:

1. Memperbesar daya ikat tanah yang berpasir (memperbaiki struktur tanah berpasir), sehingga tanah tidak terlalu berderai;
2. Memperbesar struktur tanah liat atau berlempung, sehingga tanah yang semula berat akan menjadi ringan;
3. Memperbesar kemampuan tanah menampung air, sehingga tanah dapat menyediakan air lebih banyak bagi tanaman;
4. Memperbaiki drainase dan/atau tata udara tanah (terutama tanah yang berat) sehingga kandungan air tanah mencukupi dan suhu tanah lebih stabil;
5. Meningkatkan pengaruh positif dari pupuk buatan (bahan organik menjadi penyeimbang bila pupuk buatan membawa efek yang negatif);
6. Mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara, sehingga tanah menjadi tidak mudah larut oleh air pengairan atau curah hujan.

Penggunaan *coco peat* sebagai campuran media pertumbuhan dapat meningkatkan kemampuan media dalam mengikat dan menyimpan air. *Coco peat* memiliki daya serap air yang tinggi yaitu sekitar 8 – 9 kali dari beratnya. Dalam *coco peat* terkandung mineral-mineral seperti N, P, K, Ca, Mg, Na yang baik untuk media pembibitan tanaman (DAPCA, 2008 dalam Prasetyawan, 2009).

Selain kemampuan *coco peat* dalam menyimpan dan mengikat air *coco peat* juga bersifat menetralkan keasaman tanah. Karena sifat tersebut, *coco peat* dapat digunakan sebagai media yang baik untuk pertumbuhan tanaman hortikultural dan tanaman rumah kaca (Marjenah, 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa hal yang dapat disimpulkan adalah:

1. Respon pertumbuhan semai kapur (*Dryobalanops aromatica*) terhadap media pertumbuhan yang berbeda menunjukkan kecenderungan yang hampir sama untuk setiap parameter yang diamati.
2. Respon pertumbuhan tinggi dan diameter yang terbaik adalah pada campuran media top soil dan arang sekam
3. Penggunaan arang sekam, kompos, dan *coco peat* sebagai bahan campuran media pertumbuhan tanaman dapat mengurangi penggunaan top soil.

Saran

Untuk mengurangi penggunaan top soil sebagai media pertumbuhan, beberapa rekomendasi yang perlu disampaikan adalah:

1. Meningkatkan dosis campuran arang sekam, kompos, dan *coco peat* (misalnya, dinaikkan menjadi 30% atau 40%)
2. Mencari alternatif bahan campuran media yang lain .

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, H. A. 2012. Pengaruh Cara Penyemaian dan Pemupukan NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Mahoni Daun Lebar di Persemaian Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Binotto, A.F., Lucio, A.D.C., and Lopes S.J. 2010. Correlation Between Growth Variables and the Dickson Quality Index in Forest Seedlings. *Cerne*, Lavras, Vol. 16. No. 4. P. 457 – 464, Desember 2010.
- Istadi, 2009. Biochar Pembenh Tanah. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kiswanto, 2008. Pertumbuhan Permudaan Alami dan Tanaman pada Areal Ujicoba Sistem TPTI Intensif PT Balikpapan Forest Industries. Thesis Program Pascasarjana, Program Studi Ilmu Kehutanan. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Lakitan, B. 1996. Fisiologi. Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Marjenah, 1995. Study on a Variation in Ecophysiological Characteristic of *Shorea leprosula* Miq. and *Shorea parvifolia* Dyer. Laporan Penelitian. Pusat Studi Rehabilitasi Hutan Tropis (Pusrehut). Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Marjenah, 2012. Manajemen Pembibitan. Putra Media. Surabaya.
- Marjenah, 2013. Aplikasi Biochar Sebagai Bahan Pembenh Tanah pada Kegiatan Revegetasi Lahan Pasca Tambang: Sebuah Konsep Penanaman Meranti. (dalam Optimalisasi Peran Silvikultur untuk Menjawab Tantangan Kehutanan Masa Depan. Prosiding Seminar Nasional Silvikultur I & Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Silvikultur Indonesia. Makassar, 29 – 30 Agustus 2013. Penerbit Fakultas Kehutanan UNHAS bekerja sama dengan Masagena dan Masyarakat Silvikultur Indonesia. Cetakan Pertama.
- Mori, S. dan Marjenah, 1993. Inkubasi Mikoriza dengan Arang Sekam. *Jurnal Pengembangan dan Penerapan Teknologi (PPT)*. Vol. 1. No. 1. Oktober 1993. Hal 10 – 12.
- Mori, S. dan Marjenah. 1994. Ectomycorrhiza of Dipterocarpaceae and the Utilization for Reforestation. JICA Expert Report 1993 No. 2. The Tropical Rain Forest Research Project (II). JTA-9(a)-137. Japan International Cooperation Agency and Directorate General of Higher Education and Culture.
- Prasetyawan, D. 2009. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit dari Serbuk Sabut Kelapa (*coco peat*) dengan Plastik Polyethylene. Skripsi pada Program Sarjana. Departemen Hasil Hutan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3. Penerbit ITB. Bandung

EVALUASI PERTUMBUHAN EBONI (*Diospyros rumphii* Bakh.) UMUR 2 TAHUN DI ARBORETUM BALAI PENELITIAN KEHUTANAN MANADO

Julianus Kinho, Jafred Halawane dan Yermias Kafiar

Balai Penelitian Kehutanan Manado
Jln. Raya Adipura Kima Atas Mapanget, Manado, Sulawesi Utara Tlp: (0431) 3666683;
email : ragilkinho@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu jenis kayu komersil dari Sulawesi Utara yaitu kayu eboni (*Diospyros rumphii* Bakh.). Jenis kayu ini termasuk kelompok kayu indah satu dalam pengelompokan kayu perdagangan di Indonesia. Pemanenan yang dilakukan terhadap jenis kayu ini telah berlangsung sejak lama dan tidak dapat diimbangi dengan kemampuan regenerasi alaminya, sehingga dikhawatirkan jenis ini sedang mengalami ancaman kelangkaan bahkan kepunahan. Ancaman ini diperparah dengan terganggunya habitat aslinya akibat perambahan hutan, fragmentasi kawasan hutan, *illegal logging* dan lain-lain. Salah satu langkah yang mendesak untuk dilakukan dalam rangka menyelamatkan jenis tersebut dengan melakukan konservasi *ex situ* yaitu penanaman yang dilakukan diluar habitat aslinya misalnya di hutan kota, kebun koleksi (arboretum), kebun botani, hutan wisata, hutan lindung, halaman rumah, halaman sekolah maupun halaman perkantoran dan lain-lain. Informasi tentang pertumbuhan tanaman tersebut diluar habitat aslinya sangat diperlukan sehingga dapat dijadikan bahan rujukan untuk pengembangannya dalam skala yang lebih luas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman eboni (*D. rumphii*) umur 2 tahun di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 5 ulangan.. Jarak tanam yang digunakan 3 m x 3 m. Perlakuan yang diberikan yaitu perlakuan pemupukan menggunakan pupuk NPK. Kelompok ulangan 1 (A0) diberikan pupuk NPK 100 gr/tanaman, kelompok ulangan 2 (A1) diberikan pupuk NPK 200 gr/tanaman, kelompok ulangan 3 (A2) diberikan pupuk NPK 300 gr/tanaman, kelompok ulangan 4 (A3) diberikan pupuk NPK 400 gr/tanaman, kelompok ulangan 5 (A4) diberikan pupuk NPK 500 gr/tanaman. Data dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS ver 16.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase hidup tanaman sampai umur 2 tahun sebesar 96,00%. Tingginya angka persentase hidup eboni (*D. rumphii*) mencerminkan bahwa jenis tanaman ini dapat beradaptasi dan berkembang dengan baik diluar habitat aslinya. Pertumbuhan tinggi dan diameter yang terbaik ditunjukkan oleh perlakuan A3 (NPK 400 gr/tanaman) dengan rata-rata tinggi 1,86 m (MAI=0,93 m/th), dan rata-rata diameter 2,36 cm (MAI=1,18 cm/th). Pertumbuhan tinggi dan diameter yang paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan A0 (NPK 100 gr/tanaman) dengan rata-rata tinggi 1,42 m (MAI=0,71 m/th) dan rata-rata diameter rata-rata 1,74 cm (MAI=0,87 cm/th). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan yang terlalu sedikit (100 gr/tanaman) dan perlakuan pemupukan yang berlebihan (500 gr/tanaman) menunjukkan pertumbuhan lebih rendah dibandingkan tanaman yang diberikan perlakuan pemupukan sedang yang ditunjukkan oleh kelompok tanaman dengan perlakuan A3 (400 gr/tanaman), A1 (200 gr/tanaman) dan A2 (300 gr/tanaman).

Kata kunci : kayu eboni, konservasi, *ex situ*, pertumbuhan, tinggi, diameter

PENDAHULUAN

Salah satu jenis kayu komersil di Sulawesi Utara yaitu kayu eboni (*Diospyros rumphii* Bakh.). Jenis kayu ini termasuk kelompok kayu indah satu dalam pengelompokan kayu perdagangan di Indonesia (SK.Menhut No.163 Tahun 2003). Jenis kayu ini paling diminati dalam perdagangan kayu karena memiliki ornamen kayu yang dekoratif dan artistik berupa garis (*strip*). Garis-garis yang terbentuk pada permukaan kayu teras eboni, membentuk ornamen yang bervariasi berdasarkan asal daerah tebangan, dan hal ini yang membedakan kualitas ekspor jenis kayu eboni. Warna garis kayu eboni dibedakan menjadi dua yaitu garis berwarna coklat dan garis telur (coklat kekuningan) (Achmad, 2002). Jarak antar garis-garis yang terbentuk

pada kayu eboni menentukan perbedaan target pemasarannya (negara tujuan ekspor). Kayu eboni dengan garis-garis yang sempit dan kecil (< 3 mm) lebih disukai di Jepang, sedangkan garis yang lebih lebar (> 3 mm) lebih disukai oleh negara-negara Eropa (Belanda, Inggris, Perancis, Jerman) dan Amerika (Rombe dan Rahardjo, 1982). Kayu eboni yang diperdagangkan dipasaran kayu berasal dari marga *Diospyros*. Anggota dari marga *Diospyros* yang terdapat di Indonesia ± 100 jenis berdasarkan koleksi herbarium yang tersimpan di Herbarium Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Litbang Kehutanan, Bogor. Kayu eboni terdiri dari 7 (tujuh) jenis yaitu *D. celebica*, *D. ebenum*, *D. ferrea*, *D. lolin*, *D. macrophylla*, *D. pilosanthera*, dan *D. rumphii* (Alrasyid, 2002). Kayu eboni yang terpenting diantara ketujuh jenis tersebut diatas adalah *D. celebica* dan *D. rumphii* yang dipasaran dunia dikenal dengan nama eboni Makassar atau eboni bergaris atau *coromandel* (Heringa, 1951 dalam Alrasyid, 2002), sehingga kedua jenis tersebut mengalami eksploitasi secara besar-besaran pada masa lalu. Dua jenis eboni tersebut (*D. celebica* dan *D. rumphii*) seringkali sulit dibedakan secara kasat mata di lapangan karena memiliki kemiripan secara morfologis baik pada tingkat semai sampai pohon dewasa, berdasarkan bentuk daun, batang dan buah. Perbedaan mendasar secara morfologis diantara kedua jenis tersebut terletak pada daun yaitu pada bagian belakang daun eboni (*D. celebica*) berbulu halus coklat sedangkan eboni (*D. rumphii*) tidak berbulu.

Sulawesi Utara merupakan salah satu habitat alami kayu eboni khususnya jenis *D. rumphii*. Menurut Verhoef (1938) dalam Whitten *et al.*, (1987), disebutkan bahwa eksploitasi kayu eboni (*D. celebica*) untuk keperluan ekspor telah dimulai sejak zaman penjajahan Belanda, yakni sesudah Perang Dunia I. Disebutkan bahwa setiap tahun kurang lebih 1.000 ton eboni (*D. celebica*) yang ditebang di Onggak-Dumoga, Bolaang Mongondow (Sulawesi Utara) untuk di ekspor ke Jepang, namun sayangnya tidak ada specimen herbarium yang menunjukkan keberadaan kayu eboni (*D. celebica*) dari Sulawesi Utara, kecuali eboni (*D. rumphii*) sehingga diduga kayu eboni yang dieksploitasi dari Onggak Dumoga, Bolaang Mongondow merupakan eboni (*D. rumphii*) yang diregister dalam data perdagangan sebagai eboni (*D. celebica*). Menurut Steup (1931) dalam Whitten *et al.*, (1987), disebutkan bahwa eboni adalah species yang paling terkenal dari formasi hutan dataran rendah di Sulawesi yang konsentrasi penyebaran tempat tumbuh alaminya di Sulawesi Tengah dan Sulawesi Utara. Stok tegakan eboni (*D. celebica*) di Sulawesi Utara (20%), Sulawesi Tengah (65%) dan Sulawesi Selatan (15%) (Sunaryo, 2002). Kayu ini dilaporkan sebagai kayu yang berharga dari Indonesia. Soerianegara (1974) dalam Achmad (2002), menyebutkan bahwa ekspor kayu eboni dari Sulawesi telah tercatat sejak tahun 1918. Disebutkan bahwa sejak tahun 1918 sampai 1955 telah diekspor kayu eboni dari Pulau Sulawesi sebanyak 102.359 ton. Menurut Riswan (2002), disebutkan bahwa sekitar tahun 1920 ekspor kayu eboni dilaporkan sebanyak 2.300 m³/th dan naik sampai 8.200 m³/th pada tahun 1928, kemudian rata-rata ekspor kayu ini sekitar 6.000 m³/th. Puncak dari total ekspor kayu eboni pada tahun 1973 sebesar 28.000 m³/th dan kemudian menurun sampai 23.000 m³/th pada tahun 1978 (Riswan, 2002). Sejak saat itu ekspor kayu eboni terus bergerak turun karena populasi tegakan eboni di hutan alam semakin berkurang.

Potensi kayu eboni (*D. rumphii*) di alam sampai saat ini belum diketahui secara pasti. Populasinya di hutan alam semakin berkurang, yang ditandai dengan semakin sulitnya untuk menemukan jenis tersebut pada kawasan-kawasan hutan alam. Hal ini menyebabkan kekhawatiran akan terjadi kelangkaan bahkan kehilangan sumber keragaman genetiknya, sehingga diperlukan upaya penyelamatan jenis maupun sumber keragaman genetiknya. Data mengenai pertumbuhan eboni (*D. rumphii*) pada berbagai jenis tapak belum banyak tersedia sehingga untuk menentukan kondisi lingkungan pertumbuhan eboni (*D. rumphii*) yang optimal di luar habitat aslinya masih sangat dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan awal tanaman konservasi *ex situ* eboni (*D. rumphii*) umur 2 tahun di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado.

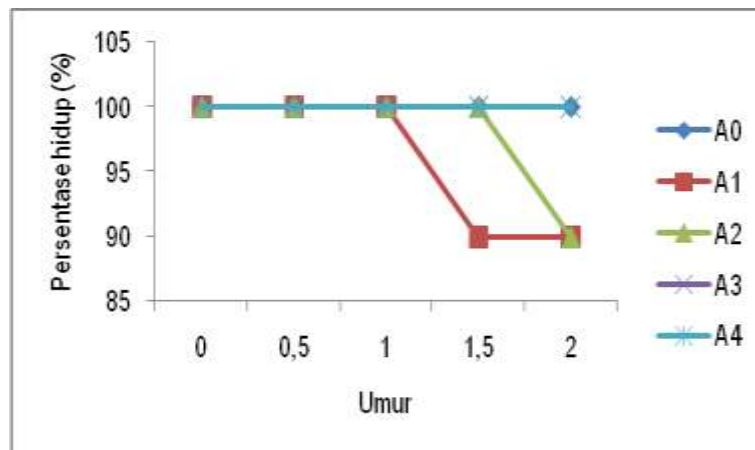
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 5 ulangan, setiap ulangan terdiri dari 10 individu sehingga jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 50 individu. Jarak tanam yang digunakan 3 m x 3 m. Perlakuan yang diberikan yaitu perlakuan pemupukkan menggunakan pupuk NPK dengan 5 ulangan. Kelompok ulangan 1 (A0) diberikan pupuk NPK 100 gr/tanaman, kelompok ulangan 2 (A1) diberikan pupuk NPK 200 gr/tanaman, kelompok ulangan 3 (A2) diberikan pupuk NPK 300 gr/tanaman, kelompok ulangan 4 (A3) diberikan pupuk NPK 400 gr/tanaman, kelompok ulangan 5 (A4) diberikan pupuk NPK 500 gr/tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Hidup

Pengamatan persentase hidup tanaman dilakukan dengan menghitung jumlah tanaman yang mati pada setiap perlakuan berdasarkan blok penanaman. Persentase hidup tanaman sampai umur 2 tahun secara keseluruhan adalah 96,00%. Persentase hidup tanaman pada semua perlakuan sampai umur 1 tahun sebesar 100%, kemudian memasuki umur 1,5 tahun persentase hidup tanaman pada perlakuan A1 turun menjadi 98% dan memasuki umur 2 tahun persentase hidup pada perlakuan A2 juga berkurang menjadi 98%, sedangkan pada perlakuan lainnya (A0, A3 dan A4) sampai dengan umur tanaman 2 tahun masih tetap 100% (Gambar 1.)



Gambar 1. Persentase hidup eboni (*D. rumphii*) sampai umur 2 tahun

Persentase hidup tanaman eboni (*D. rumphii*) di luar habitat aslinya yang ditanam di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado pada jenis tanah podsolik merah kuning sampai umur 2 tahun cukup tinggi (96,00%). Hal ini menunjukkan bahwa, tanaman eboni (*D. rumphii*) memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik di luar habitat aslinya. Jenis-jenis dari anggota *Diospyros* umumnya merupakan jenis semitoleran yang membutuhkan naungan yang cukup pada masa awal pertumbuhan di lapangan, kemudian intensitas naungan yang dibutuhkan akan semakin berkurang seiring pertumbuhan dan perkembangannya. Kinho (2013), melaporkan bahwa beberapa jenis *Diospyros* yang ditanam di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado memiliki persentase keberhasilan hidup diatas 75% sampai umur 7 bulan seperti ; *D. pilosanthera* (95%), *D. ebenum* (100%), *D. rumphii* (100%), *D. malabarica* (97,5%), *D. korthalsiana* (95%), *D. minahassae* (90%), *D. celebica* (90%) dan *D. cauliflora* (88,75%), sedangkan yang memiliki keberhasilan hidup paling rendah yaitu *D. hebecarpa* (60%). Menurut Evans (1986), persentase tumbuh pada tanaman jarak rapat (1.250 pohon/ha) bisa lebih rendah yaitu sekitar 80% (mortalitas 20%), namun untuk tanaman dengan jarak tanam lebar, persentase tumbuh yang dapat diterima paling tidak 90% (mortalitas 10%).

Menurut Pedoman Penilaian Tanaman Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Kalimantan Timur (Anonim, 2003), disebutkan bahwa persentase tumbuh tanaman dibagi menjadi beberapa kategori; (1) sangat berhasil (> 85%), (2) berhasil (75% - 85%), (3) cukup berhasil (65% s/d < 75%), (4) kurang berhasil (55%-65%), (5) gagal (< 55%). Pada tanaman jati (*Tectona grandis*) bila persen tumbuh kurang dari 50%, maka penanaman harus diulang pada tahun berikutnya (Effendi, 2012). Hadiyan (2010), melaporkan bahwa rata-rata persentase tumbuh tanaman Sengon umur empat bulan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Cikampek sebesar 86,83% (82,47% - 93,38%). Mindawati dan Heryati (2006), melaporkan bahwa persen tumbuh tanaman *Shorea stenoptera* dan *S. Mecystopterix* mencapai 68,89% di KHDTK Haurbentes. Effendi (2012), melaporkan persentase tumbuh tanaman Nyawai (*Ficus variegata*) umur 2 tahun di KHDTK Cikampek cukup tinggi yakni sebesar 83%, bahkan mencapai 100% pada 5 jalur tanam dari 10 jalur tanam dengan dengan jumlah bibit yang digunakan sebanyak 120 bibit.

Pertumbuhan Tinggi dan Diameter

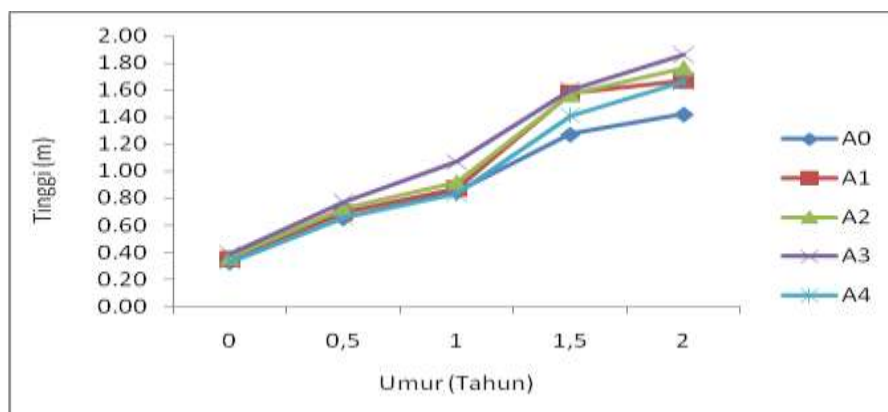
Hasil pengujian menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA), menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95% (0,05) yang ditunjukkan oleh nilai $F_{hit} = 1.07 < F_{tab} = 2.61$ untuk variabel tinggi, dan untuk variabel diameter $F_{hit} = 1.60 < F_{tab} = 2.61$ (Tabel 1).

Tabel 1. ANOVA respon pertumbuhan tinggi dan diameter eboni (*D. rumphii*) umur 2 tahun terhadap perlakuan dosis pemupukan NPK

	Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F hitung	Sig.
Tinggi	Perlakuan	6658,99	4	1664,75	1,07 ns	0,38
	Galat	66515,49	43	1546,87		
	Total	73174,48	47			
Diameter	Perlakuan	1,35	4	0,34	1,60 ns	0,19
	Galat	9,08	43	0,21		
	Total	10,44	47			

ns = tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95% (0,05)

Pertumbuhan tinggi eboni (*D. rumphii*) yang terbaik sampai umur 2 tahun ditunjukkan oleh perlakuan A3 dengan rata-rata 1,86 m (*Mean Annual Increment*/ MAI=0.93 m per tahun) (Gambar 2), dan yang paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan A0 dengan rata-rata 1,42 m (MAI=0.71 m/th). Pertumbuhan diameter yang terbaik ditunjukkan oleh perlakuan A3 dengan rata-rata 2,36 cm (MAI=1,18 cm/th), dan yang paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan A0 dengan rata-rata 1,74 cm (MAI=0,87 cm/th) (Gambar 3).



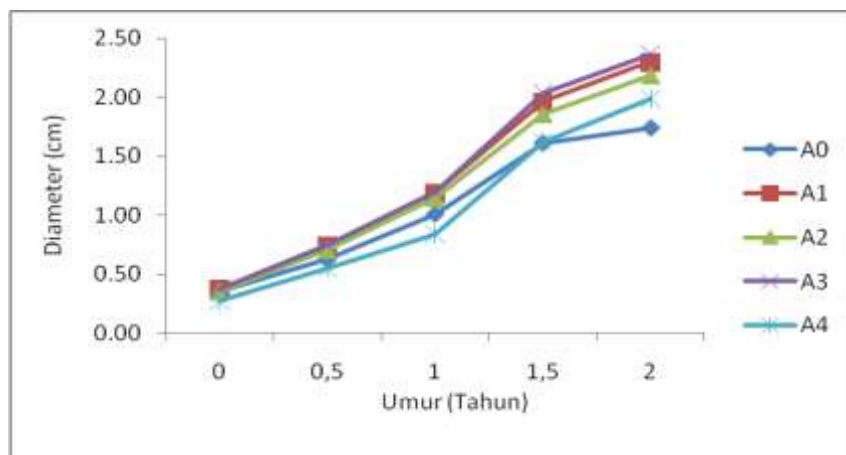
Gambar 2. Grafik pertumbuhan tinggi eboni (*D. rumphii*) umur 2 tahun

Pertumbuhan tanaman menurut Vanclay (1994), merupakan pertambahan dimensi pohon atau tegakan hutan selama periode waktu tertentu. Disebutkan lebih lanjut bahwa besaran pertumbuhan atau riap tegakan dapat diketahui dari parameter-parameter tinggi, diameter atau volume. Pertumbuhan tinggi pohon, baik tinggi pohon total maupun tinggi bebas cabang, pada jenis pohon yang ditanam merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan penanaman terutama untuk jenis kayu komersil.

Hubungan pertumbuhan pohon dengan umur adalah pola sigmoid dimana pada umur muda akan tumbuh sedang, kemudian cepat sekali dan setelah tua pertumbuhannya kecil atau konstan (Evans, 1986). Grafik pertumbuhan riap diameter tanaman eboni (*D. rumphii*) umur 2 tahun ditampilkan pada Gambar 2.

Grafik pertumbuhan tinggi dan diameter eboni (*D. rumphii*) umur 2 tahun di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado (Gambar 2 dan 3) terus menunjukkan variasi dari waktu ke waktu, dan hal ini terlihat dari 5 kali hasil pengukuran setelah penanaman sampai umur 2 tahun di lapangan. Variasi pertumbuhan tinggi yang terjadi ini diduga disebabkan oleh tiga faktor yaitu faktor genetik, faktor lingkungan dan interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan (Wright, 1976). Perbedaan kondisi geografis antara habitat asli dan diluar habitat asli dari suatu jenis dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu jenis tanaman. Perbedaan

kondisi geografis tempat tumbuh berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu jenis (Zobel and Talbert, 1984). Soerianegara (1970), menyebutkan bahwa eboni apabila ditanam pada tempat yang berbeda akan memberikan respon pertumbuhan yang berbeda. Pertumbuhan tinggi merupakan salah satu indikator dari hasil penyerapan hara mineral dan proses fotosintesis (Rahman dkk, 2002).



Gambar 3. Grafik pertumbuhan diameter eboni (*D. rumphii*) umur 2 tahun

Tingkat pertumbuhan suatu jenis dapat menjadi indikator kemampuan adaptasi suatu jenis diluar habitat aslinya. Semakin cepat pertumbuhan suatu jenis diluar habitat aslinya mencerminkan semakin baik proses adaptasi dari suatu jenis terhadap lingkungan pertumbuhan yang berbeda, sebagai contoh yang terjadi pada tanaman eboni dari jenis yang berbeda (*D. celebica*) yang ditanam pada dua lokasi yang berbeda yaitu dibawah tegakan jati monokultur dan di kebun percobaan Cikampek (Jawa Barat) yang memiliki kondisi iklim yang sama, ternyata pertumbuhan tinggi tanaman eboni (*D. celebica*) di bawah tegakan jati lebih lambat dari yang ditanam di kebun percobaan Cikampek. Terhambatnya pertumbuhan tersebut dilaporkan karena adanya stress (cekaman) sinar matahari langsung yang diterima tanaman eboni pada saat pohon jati menggugurkan daunnya (Alrasyid, 1985). Pertumbuhan tinggi rata-rata tanaman eboni (*D. rumphii*) umur 2 tahun dalam penelitian sebesar 1,68 m (MAI=0,84 m/th) lebih besar jika dibandingkan dengan yang dilaporkan oleh Alrasyid (1985), yang menyebutkan bahwa tinggi rata-rata pertumbuhan tanaman eboni (*D. celebica*) umur 8 tahun yang ditanam dibawah tegakan jati pada iklim C memiliki tinggi rata-rata berkisar antara 7-55 cm/th.

Pertumbuhan diameter lebih dipengaruhi oleh kompetisi dibandingkan dengan tinggi pohon (Soeseno, 1985). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman eboni (*D. rumphii*) di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado belum menunjukkan perbedaan yang berarti sebelum umur 0,5 tahun setelah penanaman, namun setelah umur 0,5 – 2 tahun setelah penanaman mulai terlihat perbedaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3, hal ini mengindikasikan bahwa sebelum umur 0,5 tahun belum terjadi persaingan dalam memperebutkan unsur hara dan sinar matahari karena memiliki riap pertumbuhan tinggi dan diameter yang hampir sama antar kelompok perlakuan. Pertumbuhan diameter tanaman eboni (*D. rumphii*) dalam penelitian ini pada umur 2 tahun dengan rata-rata sebesar 2,12 cm (MAI=1,06 cm/th) lebih cepat dibandingkan pertumbuhan tanaman eboni (*D. celebica*) yang dilaporkan oleh Seran dkk, (1991) dengan rata-rata pertumbuhan diameter sebesar 2,44 mm/th. Santoso dkk, (2002) melaporkan bahwa terdapat variasi pertumbuhan diameter tanaman eboni (*D. celebica*) muda pada umur 36 bulan (3 tahun) yang berasal dari 7 provenans yang ditanam di stasiun penelitian Malili (Sulawesi Selatan), dimana pertumbuhan yang terbaik ditunjukkan adalah provenans Barru (MAI=4,45 mm/th) dan provenans Malili (MAI=4,21 mm/th), dibandingkan 5 provenans lainnya. Soerianegara (1967), menyebutkan bahwa riap diameter tanaman eboni (*D. celebica*) sampai umur 20 tahun berkisar antara 1,5 - 1,6 cm/th. Setelah itu pertumbuhan riap diameter tanaman eboni (*D. celebica*) akan berkurang menjadi 0,5 cm/th

KESIMPULAN

Tanaman eboni (*D. rumphii*) memiliki adaptabilitas yang tinggi di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado sampai umur 2 tahun yang ditunjukkan dengan nilai rata-rata persentase keberhasilan hidup secara keseluruhan sebesar 96,00%. Peningkatan dosis pemupukan yang diterapkan dalam penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman, meskipun terdapat perbedaan dalam pertumbuhan tinggi dan diameter diantara kelompok perlakuan. Perlakuan pemupukan yang terlalu sedikit (100 gr/tanaman) dan perlakuan pemupukan yang berlebihan (500 gr/tanaman) menunjukkan pertumbuhan lebih rendah dibandingkan tanaman yang diberikan perlakuan pemupukan sedang yang ditunjukkan oleh kelompok tanaman dengan perlakuan A3 (400 gr/tanaman), A1 (200 gr/tanaman) dan A2 (300 gr/tanaman).

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A. 2002. Strategi Konservasi In-situ Eboni Bergaris/Kayu Hitam Makassar (*Diospyros celebica* Bakh.) Di Sulawesi. Berita Biologi 6 (2): 337-351: Edisi Khusus Manajemen Eboni. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor.
- Alrasyid, H. 1985. Percobaan Penanaman Kayu Eboni (*Diospyros celebica*) di Bawah Tegakan Jati di Jawa. Buletin Penelitian Hutan 464: 23-37. Bogor.
- Alrasyid, H. 2002. Kajian Budidaya Pohon Eboni. Berita Biologi 6 (2): 219-225: Edisi Khusus Manajemen Eboni. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor.
- Anonim, 2003. Pedoman Penilaian Tanaman Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Kalimantan Timur. Dinas Kehutanan Kalimantan Timur. Samarinda.
- Effendi, R. 2012. Kajian Keberhasilan Pertumbuhan Tanaman Nyawai (*Ficus variegata* Blume.) Di KHDTK Cikampek, Jawa Barat. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. 9 (2): 95-104. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Bogor.
- Evans, J. 1986. Plantation Forestry in The Tropics. Clarendon Press Oxford, UK.
- Hadiyan, Y. 2010. Evaluasi Pertumbuhan Awal Kebun Benih Semai Uji Keturunan Sengon (*Falcataria moluccana* Sinonim *Paraserianthes falcataria*) Umur 4 Bulan Di Cikampek Jawa Barat. Jurnal Hutan Tanaman. 7 (2): 85-91. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor.
- Kinho J. 2013. The Ability of Adaptation and Early Growth of Nine Types of *Diospyros* in Exitu Conservation in North Sulawesi. in: Langi, M., Tasirin, J.S., Walangitan H.J., dan Masson, G. (eds). Proceeding of International Conference on Forest and Biodiversity. Indonesia: Manado Forestry Research Institute; 2013, p.81-92.
- Mindawati, N., dan Y. Heryati. 2006. Pengaruh Frekuensi Pemeliharaan Tanaman Muda Terhadap Pertumbuhan Meranti di Lapangan. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 3 (2). Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor.
- Rahman, W., dan Abdullah, M.N. 2002. Efek Naungan Dan Asal Anakan Terhadap Pertumbuhan Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.). Berita Biologi 6 (2): 297-301: Edisi Khusus Manajemen Eboni. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor.
- Riswan, S. 2002. Kajian Biologi Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.). Berita Biologi 6 (2): 211-218. Puslit Biologi LIPI. Bogor.
- Rombe, Y.L., dan Raharjo, R. 1982. Potensi dan Penyebaran Jenis Kayu Kurang Dikenal (*Lesser Known Species*) Eboni. Buku II. Direktorat Bina Program Kehutanan. Bogor.
- Santoso, B. 2002. Status dan Strategi Pemuliaan Pohon Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.). Berita Biologi 6 (2): 315-319. Edisi Khusus Manajemen Eboni. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor.
- Santoso, B., Anwar, C. 2002. Pertumbuhan Tanaman Konservasi Eksitu Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.). Buletin Penelitian Kehutanan 8 (1). Balai Penelitian Kehutanan, Ujung Pandang.
- Seran, D., Santoso, B., dan Ginoga, B. 1991. Pertumbuhan Eboni di Cagar Alam Kalaena, Kab. Luwu Sulawesi Selatan. Jurnal Penelitian Kehutanan 4 (12). Balai Penelitian Kehutanan, Ujung Pandang.
- Seran D, Yusri M. 1996. Stimulasi Pertumbuhan Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) Melalui Pengaturan Intensitas Naungan dan Pemupukan NPK di Persemaian. Buletin Penelitian Kehutanan. Balai Penelitian Kehutanan Ujung Pandang, Badan Litbang Kehutanan. Sulawesi Selatan.

- Soerianegara, I. 1967. Beberapa Keterangan Tentang Jenis-Jenis Eboni. Pengumuman No. 12 Lembaga Penelitian Hutan, Bogor.
- Soerianegara, I. 1970. Pemuliaan Pohon Hutan. Laporan Lembaga Penelitian Hutan No. 104. Bogor.
- Soeseno, O.H. 1985. Pemuliaan Pohon. Yayasan Pembina Fakultas Penelitian Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor. 163/Kpts-II/2003 tentang Pengelompokan Jenis Kayu Sebagai Dasar Pengenaan Iuran Kehutanan, Jakarta.
- Sunaryo. 2002. Konservasi Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.). Berita Biologi 6 (2): 255-258. Puslit Biologi-LIPI. Bogor
- Vanclay, J.K. 1994. Modelling Forest Growth and Yield. Application to Mixed Tropical Forest. CAB International. Guildford.
- Whitten, A.J., Mustafa, M., dan Henderson, G.S. 1987. The Ecology of Sulawesi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wright, I.W. 1976. Introduction to Forest Genetics. Academic Press. New York, San Fransisko, London.
- Zobel, B., and J.Talbert. 1984. Applied Forest Tree Improvment. John Willey & Sons. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.

PERTUMBUHAN AWAL DUA PROVENANS *Taxus Sumatrana* DI KEBUN PERCOBAAN SIPISO-PISO

Ahmad Dany Sunandar dan Muhammad Hadi Saputra

Peneliti Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli

ABSTRAK

Taxus sumatrana merupakan species dari famili Taxaceae yang menyebar di Indonesia. Khusus di Pulau sumatera, jenis ini diketahui menyebar di Sumatera Utara di sekitar Gunung Sibuaton dan di Jambi di kaki Gunung Kerinci. Jenis ini biasa ditemui pada areal dengan ketinggian di atas 1.600 meter dpl dan umumnya berada di areal yang cenderung mempunyai lereng yang curam. Penyebarannya relatif terbatas dan bersifat mengelompok (*spotted*) dan terputus antar wilayah penyebaran. Sempitnya areal penyebaran jenis ini menjadikan jenis ini menjadi rawan punah. *Taxus sumatrana* mempunyai kandungan senyawa taxol yang terbukti mempunyai khasiat sebagai pencegah kanker, karena itu tanaman ini berpotensi sebagai tanaman obat.

Kata kunci: *Taxus sumatrana*, Gunung Sibuaton, taxol, pencegah kanker

PENDAHULUAN

Taxus merupakan satu spesies tumbuhan konifer yang telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pengobatan kanker (Wani *et al.* 1971; Erdemoglu *et al.* 2004). Ekstrak dari tanaman ini yaitu paclitaxel (Taxol™) dimanfaatkan untuk menghambat pertumbuhan sel kanker khususnya kanker ovarium (Markman 1991) dan kanker payudara dan juga telah dicobakan untuk pengobatan beberapa jenis kanker lainnya (Rajendran *et al.* 2013). Spesies dari genus *Taxus* ini relatif sulit untuk dibedakan dan digambarkan mempunyai kemiripan satu sama lain (Farr 2008). Spjut (2010) mengatakan bahwa genus ini memiliki 24 spesies dan 55 varietas meskipun menurut Farjon (2001) dalam Farr (2008), terdapat 10 spesies *Taxus* dan lima diantaranya tersebar di Asia dan khusus untuk yang menyebar di Filipina dan Indonesia sudah terdaftar dalam Appendix II CITES. Jenis ini termasuk jenis konifer yang berumah dua (Busing *et al.* (1995) kecuali untuk *T. canadensis* yang berumah satu (Wang *et al.* (2008). Penyebarannya luas meski secara *scattered*, terutama di dataran tinggi di bumi bagian utara pada lintang tengah hingga ke utara, terutama di eropa dan amerika dan sebagian juga terdapat di pegunungan daerah tropis. Lokasi ditemukannya jenis ini yang paling utara ditemukan di Norwegia sedangkan bagian paling selatan ditemukan di Sulawesi (DeForce & Bastiaens 2007; Farr 2008).

Informasi mengenai penyebaran tumbuhan jenis ini belum banyak diketahui tetapi menurut beberapa literature, genus *Taxus* menyebar melalui biji (Guang-li *et al.* 2010; Garcia & Obeso 2003; Garcia *et al.* 2000; Tittensor 1980), termasuk pada tumbuhan yang pertumbuhannya lambat, toleran terhadap naungan (Bolsinger dan Jaramillo 1990 dalam Busing *et al.* 1995). Masa dormansi *taxus* termasuk lama (Hussain *et al.* 2013; Ghafoori *et al.* 2012) dan untuk mempercepat perbanyakan tanaman, telah dicoba untuk memperbanyak melalui perbanyakan vegetatif baik secara mikro (Hussain *et al.* 2013; Ghafoori *et al.* 2012) maupun secara makro (Rachmat 2008; Nicholson & Munn 2003; Maden 2003; Mitchell 1997).

Jenis *taxus* yang ditemukan di Indonesia adalah jenis *Taxus sumatrana* Miq. De Laub. dan menurut Harahap & Izudin (2002) jenis ini tersebar di Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Lampung dan di Sulawesi. Informasi ilmiah mengenai pertumbuhan *Taxus sumatrana* hingga saat ini belum ada namun sebagai perbandingan, *Taxus brevifolia* merupakan salah satu spesies pohon konifer dengan pertumbuhan yang paling lambat (Zwawiak & Zaprutko 2014). Penelitian mengenai sisi ekologi, budidaya maupun aspek produksinya mengenai *Taxus sumatrana* ini juga belum banyak dilakukan sedangkan untuk jenis *Taxus* yang lain sudah banyak penelitian yang dilakukan khususnya yang terkait dengan senyawa paclitaxel yang dihasilkan (Rachmat 2008). Belum banyaknya penelitian yang dilakukan diduga karena jenis ini tidak banyak disebutkan dalam berbagai hasil penelitian dan merupakan jenis yang kurang dikenal dan tidak

banyak dimanfaatkan oleh masyarakat disamping karena lokasi tempat tumbuhnya yang berada di dataran tinggi sehingga aksesibilitas masyarakat untuk jenis ini. Pada tahun 2012, Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli telah melakukan penanaman *T. sumatrana* sebagai plot konservasi eksitu untuk jenis tumbuhan langka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan *Taxus sumatrana* yang berasal dari Gunung Sibuaton di Sumatera Utara dan Gunung Kerinci di Jambi yang ditanam di Kebun Percobaan Sipiso piso setelah satu tahun penanaman.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

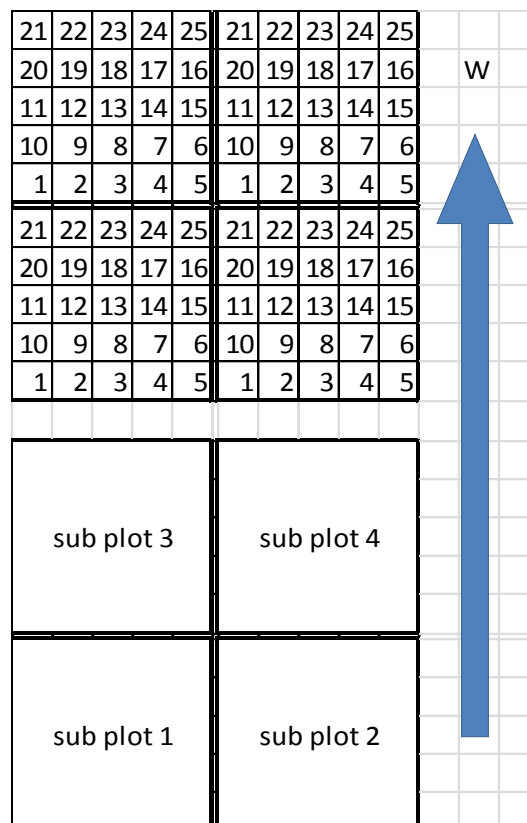
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah material genetik berupa anakan dan stek dari dua provenans, yaitu Gunung Sibuaton, Sumatera Utara dan Gunung Kerinci, Jambi dan pupuk kompos. Alat yang digunakan berupa meteran, cangkul, shading net dan karung plastic.

Metode Penanaman

a. Persiapan Lahan

Pembangunan kebun konservasi untuk jenis *T. sumatrana* ini mengambil tempat di kebun percobaan Sipiso-piso dengan beberapa pertimbangan, antara lain lokasi yang relatif dekat dengan habitat alaminya di Gunung Sibuaton, sehingga secara klimatologis tidak berbeda jauh. Lokasi kebun percobaan ini adalah di Kecamatan Merek, Kabupaten Tanah Karo Sumatera Utara yang berada di ketinggian sekitar 1400 mdpl.

Luas plot adalah 0,24 hektar dengan jumlah tanaman 100 batang dengan jarak tanam 3 x 4 meter. Plot penanaman dibuat menjadi empat sub plot dimana masing-masing sub plot akan diisi dengan tanaman yang berasal dari stek dan anakan yang diambil dari dua provenans, yaitu Gunung Sibuaton, Sumatera Utara dan Kerinci, Jambi. Gambaran plot yang dibangun adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Plot, sub plot dan nomor tanaman *Taxus* di Kebun Percobaan Sipiso piso (Keterangan: sub plot 1: anakan asal Sibuaton, sub plot 2: stek asal Sibuaton, sub plot 3: stek asal Kerinci, sub plot 4: anakan asal Kerinci)

Areal plot ini mempunyai kontur yang berbukit dengan kemiringan sekitar 15 – 25%, dan arah lembah menuju ke arah utara. Tekstur tanah cenderung berpasir, mempunyai porositas yang baik tetapi relatif sulit menahan air. Solum tanah cukup dalam (antara 20 – 35 cm) dan relatif subur (dilihat dari mudahnya tanaman semak dan perdu tumbuh menutupi lahan yang kosong di sekitarnya), dan bekas lahan pertanian tanaman semusim.

b. Penanaman

Penanaman telah dilakukan secara serentak setelah lubang tanam selesai dibuat dan diberikan pupuk kompos sebanyak 0,5 kg per lubang. Jarak tanam yang digunakan adalah 3 x 4 meter. Jenis ini merupakan jenis yang butuh naungan sedangkan di lokasi plot meskipun sudah ada beberapa pohon tusam dan ekaliptus namun tidak memadai untuk menaungi semua areal plot sehingga untuk setiap tanaman diberikan penahan cahaya agar tidak terkena sinar matahari langsung. Penahan ini menggunakan karung goni plastik yang dipasang mengitari tanaman. Fungsi dari goni ini selain untuk menahan sinar matahari secara langsung juga untuk menghindari dari serangan gulma mengingat tanah yang berada di lokasi plot cukup subur sehingga memudahkan gulma untuk tumbuh. Selain diberi goni plastik, di bagian atasnya juga diberikan paranet untuk mengurangi intensitas matahari yang menyinari secara langsung. Hal ini dilakukan hingga umur 6 bulan setelah penanaman.

c. Pengukuran

Pengukuran awal dilakukan satu bulan setelah penanaman dan pengukuran berikutnya dilakukan enam bulan sekali hingga umur tanaman 12 bulan tanam. Pengukuran berikutnya dilakukan sekali setiap tahun. Parameter yang diukur adalah tinggi tanaman dan diameter pangkal batang.

Analisis Data

Analisis dilakukan dengan membandingkan rata-rata parameter pengukuran dan dianalisis dengan menggunakan metode statistik untuk membandingkan beda rata-ratanya. Data yang dibandingkan adalah data hasil pengukuran tinggi dan diameter pangkal batang pada saat 12 bulan setelah tanam dan data pertumbuhan tanaman (tinggi dan diameter pangkal batangnya) untuk mengetahui perbedaan pertumbuhannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

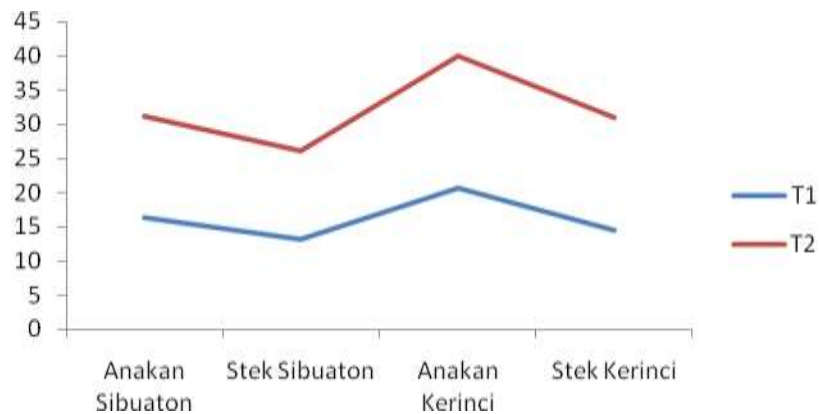
Hasil pengukuran tinggi rata-rata hasil pengukuran adalah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi rata-rata hasil pengukuran *Taxus sumatrana* umur 12 bulan setelah tanam (bst)

Sumber	T1 (cm)	T2 (cm)	Pertumbuhan (cm)
Anakan Sibuaton	16.4	31.2	14.8
Stek Sibuaton	13.2	26.2	13.0
Anakan Kerinci	20.7	39.9	19.2
Stek Kerinci	14.6	30.9	16.3

Keterangan: T1 = pengukuran awal; T2 = pengukuran umur 12 bst

Dari Tabel 1 terlihat bahwa terdapat perbedaan pertumbuhan baik antara anakan dengan stek juga antara bibit yang berasal dari Sibuaton dengan yang dari Kerinci. Pertumbuhan anakan terlihat lebih cepat dibandingkan stek dan demikian juga yang berasal dari Kerinci mempunyai pertumbuhan yang lebih baik. Perbedaan pertumbuhan antara anakan dan stek dari kedua lokasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertumbuhan tinggi T. sumatrana 12 bst

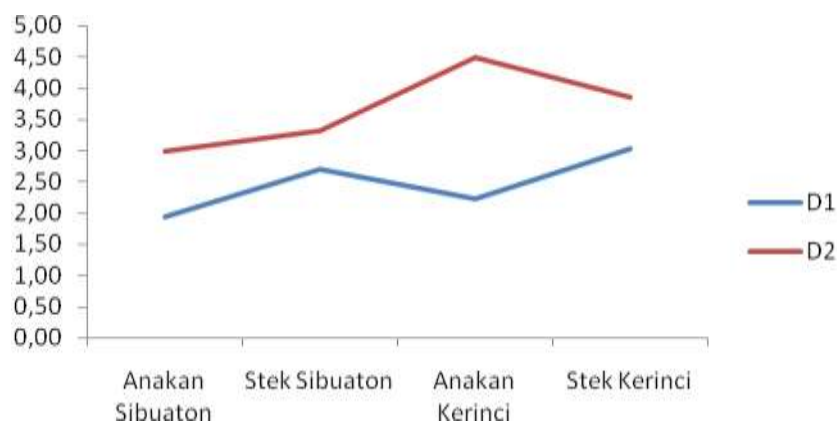
Selain pertumbuhan tinggi, pengukuran juga dilakukan terhadap diameter pangkal batang. Hasil pengukuran diameter pangkal batang adalah seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Diameter pangkal batang rata-rata T sumatrana hasil pengukuran umur 12 bst

Sumber	D1 (mm)	D2 (mm)	Pertumbuhan (mm)
Anakan Sibuaton	1.94	2.98	1.04
Stek Sibuaton	2.70	3.31	0.60
Anakan Kerinci	2.22	4.50	2.27
Stek Kerinci	3.03	3.85	0.82

Keterangan: D1 = pengukuran awal; D2 = pengukuran pada umur 12 bulan setelah tanam

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pertambahan diameter pada anakan jauh lebih baik dibandingkan dengan stek. Untuk asal material, terlihat bahwa yang berasal dari Kerinci mempunyai pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan yang berasal dari Sibuaton baik material yang berupa anakan maupun stek. Pertambahan diameter pangkal batang tanaman yang berasal dari stek relatif lebih besar dari anakan karena memang pada saat ditanam, stek merupakan bagian dari batang (stek batang) sehingga cenderung mempunyai diameter yang lebih besar. Gambaran pertumbuhan diameter pangkal batang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pertumbuhan diameter pangkal batang T. sumatrana umur 12 bst

Hasil pengukuran tinggi dan diameter pangkal batang tersebut kemudian dilakukan uji beda dengan menggunakan uji statistik dengan bahan material dan asal menjadi perlakuan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil uji statistik untuk perlakuan asal material

Parameter	Asal Material	Rata-rata	Hasil Analisis lanjut DMRT*
Tinggi	Kerinci	33.06	A
	Sibuaton	31.08	A
Diameter	Kerinci	3.952	A
	Sibuaton	3.416	B

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata

Tabel 4. Hasil uji statistik untuk perlakuan sumber material

Parameter	Sumber Material	Rata-rata	Hasil Analisis lanjut DMRT*
Tinggi	Anakan	35.46	A
	Stek	28.68	B
Diameter	Anakan	4.224	A
	Stek	3.144	B

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa untuk tinggi dan diameter pada umur 12 bulan setelah tanam, *taxus* yang berasal dari Kerinci memperlihatkan pertumbuhan yang lebih baik. Berdasarkan pengamatan lapangan, sub plot 3 dan 4 yang merupakan sub plot penanaman material asal Kerinci lebih banyak mendapatkan naungan dan karena jenis ini merupakan jenis yang toleran maka areal yang ternaungi mempunyai pertumbuhan yang lebih baik. Pada sub plot 1 dan 2 dimana pada pagi hingga siang hari, sinar matahari langsung menyinari sehingga pada areal ini tanaman *taxus* menjadi lebih tertekan pertumbuhannya.

Untuk perlakuan sumber material seperti yang terlihat pada Tabel 4, material anakan mampu tumbuh dengan lebih baik. Hal ini karena anakan mempunyai perakaran yang lebih baik dibandingkan stek sehingga lebih mampu mengambil hara dalam tanah. Selain itu, akar yang terbentuk dalam material stek merupakan akar yang baru yang juga memerlukan hara untuk pertumbuhannya.

Parameter Tinggi dipengaruhi kuat oleh sumber material yang diperoleh. Hasil pengamatan menunjukkan tanaman yang berasal dari anakan dapat tumbuh lebih tinggi dibandingkan dengan dari stek. Hal ini disebabkan pada anakan alam perakaran lebih stabil karena merupakan kondisi perakaran alami sedangkan pada stek akar merupakan hasil perubahan morfologi dari batang tanaman yang lebih kecil dari akar alami (Steinfeld, 1992). Hal ini mempengaruhi penyerapan nutrisi dan hara dari dalam tanah. Tanaman yang berasal dari anakan menggunakan akar lembaga sebagai akar tunggang penyerap hara dan nutrisi (Tjitrosoepomo, 2001) sedangkan pada stek, akar yang muncul merupakan akar liar dari bagian yang relatif matang sehingga untuk perolehan hara dan nutrisi lebih lambat.

Hal lain yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah intensitas cahaya. *Taxus* merupakan tanaman yang membutuhkan naungan. Hasil penelitian Devaney *et al.* (2013) menunjukkan anakan *taxus* banyak terdapat pada areal dengan persenutupan kanopi daun lebar yang besar dan ternaungi oleh semak. Intensitas cahaya yang rendah menunjukkan pertambahan tinggi yang signifikan dibandingkan dengan kondisi terbuka (Khatamian, 1982). Pada plot penelitian *taxus* di Kebun Percobaan Sipisopiso, sub plot 1 dan 2 berada di pinggir jalan yang lebih terbuka sehingga intensitas cahaya sangat besar, sedangkan sub plot 2 dan 4 berada lebih di dalam dengan naungan dari tanaman *kaliandra* dan *eukaliptus*. Hal ini menunjukkan bahwa *taxus* merupakan tanaman toleran terhadap cahaya sehingga membutuhkan naungan yang cukup untuk dapat tumbuh dengan baik.

Untuk mengetahui perbandingan pertumbuhan baik dari asal material maupun sumber material maka dilakukan uji terhadap pertumbuhan tinggi dan diameternya. Hasil uji statistik dari pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Hasil uji statistik asal material untuk Δ tinggi dan Δ diameter selama 12 bulan pertumbuhan

Parameter	Asal Material	Rata-rata	Hasil Analisis lanjut DMRT*
Tinggi	Kerinci	18.00	A
	Sibuaton	13.92	B
Diameter	Kerinci	1.62	A
	Sibuaton	0.84	B

Tabel 6. Hasil uji statistik sumber material untuk Δ tinggi dan Δ diameter selama 12 bulan pertumbuhan

Parameter	Asal Material	Rata-rata	Hasil Analisis lanjut DMRT*
Tinggi	Anakan	17.22	A
	Stek	14.7	A
Diameter	Anakan	1.71	A
	Stek	0.75	B

Berdasarkan Tabel 5, asal material ternyata berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman hingga 12 bulan setelah tanam. Tanaman yang berasal dari Kerinci mempunyai pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan yang berasal dari Sibuaton baik dalam pertumbuhan tinggi maupun diameternya. Hal ini dapat disebabkan oleh dua hal, pertama, kemampuan adaptasi dari material yang berasal dari Kerinci di tempat tumbuh yang baru sehingga mempunyai pertumbuhan yang lebih baik. Kedua, tanaman yang berasal dari Kerinci lebih siap untuk ditanam di lapangan.

Untuk pertumbuhan tinggi dan diameter yang berasal dari sumber material seperti yang terlihat pada Tabel 6, ternyata anakan dan stek tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sedangkan untuk pertumbuhan diameter, anakan memberikan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan stek.

Pertumbuhan tinggi *taxus* di lokasi penanaman cukup baik dengan pertumbuhan yang mencapai sekitar 1,2-1,5 cm per bulan. Menurut Hindson (2007), pertumbuhan *taxus* pada tahap tiang dan pancang relatif lebih cepat dibandingkan saat semai dan pohon dewasa. Sebagai perbandingan pertumbuhan *Taxus baccata* di daerah sub tropis rata-rata 0,17 mm per tahun untuk penambahan diameter dan pertumbuhan lilit batang antara 1 – 12 mm per tahun. Untuk jenis *Taxus fuana* yang tumbuh di daerah Pegunungan Himalaya di Pakistan, menurut Siddiqui *et al.* (2013), pertumbuhan riapnya adalah 0,275 mm per tahun. Hal ini bila dibandingkan dengan pertumbuhan *Taxus sumatrana* pada tahun pertama, pertumbuhannya relatif lebih baik dimana pertumbuhan diameternya mencapai hingga 1,71 mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Taxus sumatrana yang ditanam di Kebun Percobaan Sipiso piso dapat tumbuh dengan relatif baik. Pertumbuhan tanaman yang berasal dari Kerinci memberikan respon pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan yang berasal dari Sibuaton. Pertumbuhan tinggi mencapai 1 – 1,5 cm per bulan hingga 12 bulan setelah tanam sedangkan pertumbuhan diameter pangkal batang mencapai 0,75 – 1,71 mm per bulan. Sumber material tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi sedangkan diameter pangkal batang dari anakan mempunyai pertumbuhan yang lebih baik.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan *taxus* serta pengamatan terhadap varietas tanaman yang berasal dari Kerinci dan Sibuaton. Pengamatan keragaman genetik perlu dilakukan untuk mengetahui kekerabatan antara tanaman yang diperoleh dari Kerinci maupun Sibuaton.

DAFTAR PUSTAKA

- Busing RT, Halpern CB, Spies TA. 1995. Ecology of Pacific Yew (*Taxus brevifoia*) in Western Oregon and Washington. Conservation Biology Vol. 9 No. 5: 1199 – 1207.
- DeForce K and Bastiaens. 2007. The Holocene history of *Taxus baccata* (yew) in Belgium and neighboring regions. Belgian Journal of Botany Vol. 140 No 2: 222-237.

- Devaney JL, Jansen MAK, and Whelan PM. 2014. Spatial patterns of natural regeneration in stands of English yew (*Taxus baccata* L.); Negative neighbourhood effects. *Forest Ecology and Management* 321 (52-60). www.elsevier.com/locate/foreco.
- Erdemoglu N, Sener B, Choudhary MI. 2004. Bioactivity of Lignans from *Taxus baccata*. Verlag der Zeitschrift fur Naturforschung, Tübingen.
- Farr K. 2008. Genus-level approach to *Taxus* species. NDF Workshop Case Studies, 28, Mexico. Dilihat di http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/TallerNDF Diakses [18 Januari 2015].
- Garcia D and Obeso JR. 2003. Facilitation by herbivore-mediated nurse plants in a threatened tree, *Taxus baccata*: local effect and landscape level consistency. *Ecography* 26: 739 – 750.
- Garcia D, Zamora R, Hódar JA, Gómez JM, Castro J. 2000. Yew (*Taxus baccata* L.) regeneration is facilitated by fleshy-fruited shrubs in Mediterranean environments. *Biological Conservation* 95: 31-38.
- Ghafoori R, Bernard F, Abolmaali, Mousavi A. 2012. Improved effect of glutathione on the induction and growth of *Taxus baccata* L. callus. *Annals of Biological Research* 4: 1726-1730.
- Guang-Li S, Bing B, Chang-hu L. 2010. Seed rain and seed bank of Chinese yew (*Taxus chinensis* var. *mairei*) population in Tianmu Mountain. *Acta Ecologica Sinica* 30: 276-279.
- Harahap RMS dan Izudin E. 2002. Konifer di Sumatera Bagian Utara. *Konifera* No. 1/Thn XVII: 61-71.
- Hindson T. 2007. The growth rate of *Taxus baccata*: An empirically generated growth curve. The Alan Mitchell Memorial Lecture 2000. <http://www.ancient-yew.org/> Diakses [20 Desember 2014]
- Hussain A, Qarshi IA, Nazir H, Ullah I, Rashid M, Shinwari ZK. In vitro callogenesis and organogenesis in *Taxus wallichiana* Zucc. *The Himalayan Yew*. *Pak. J. Bot.* 45: 1755-1759.
- Khatamian H and Lumis GP. 1982. Influence of Shade, Media and Fertility on Growth of *Taxus*. *Journal of Arboriculture* 8(9).
- Maden K. 2003. Community trial on the propagation and conservation of *Taxus baccata* L. *Our Nature* 1: 30-32.
- Markman M. 1991. Taxol: An important new drug in the management of epithelial ovarian cancer. *The Yale Journal of Biology and Medicine* 64: 583-590.
- Mitchell AK. 1997. Propagation and growth of Pacific Yew (*Taxus brevifolia* Nutt) cutting. *Northwest Science* Vol. 71 No. 1: 56-63.
- Nicholson R and Munn DX. 2003. Observation of the propagation of *Taxus globosa* SCHLTDL. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 72: 129-130.
- Rachmat HH. 2008. Variasi genetik dan teknik perbanyakan vegetatif Cemara Sumatra (*Taxus sumatrana*). Thesis. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Siddiqui MF, Shaikat SS, Ahmed M, Khan N, Khan IA. 2013. Age and growth rates of dominant conifers from moist temperate areas of Himalayan and Hindukush Region of Pakistan. *Pak. J. Bot.* 45(4): 1135-1147.
- Spjut 2010. Overview of Genus *Taxus* (Taxaceae): The Species, Their Classification, and Female Reproductive Morphology. Didownload dari <http://www.worldbotanical.com/> Diakses [20 Desember 2014]
- Steinfeld D. 1992. Early lesson from Propagating Pacific Yew. Western Forest Nursery Association Meeting at Fallen Leaf lake. September 15-18, 1992. California.
- Tittensor RM. Ecological history of yew *Taxus baccata* L. in Southern England. *Biological Conservation* 17: 243-265.
- Tjitrosoepomo G. 2001. Morfologi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Wani MC, Taylor HL, Wall ME, Coggon P, McPhail AT. 1971. Plant antitumor agents. VI. The isolation and structure of taxol, a novel antileukemic and antitumor agent from *Taxus brevifolia*. *Journal American Chem. Soc.*, 93: 2325-2327.
- Wang B, Su J, Fernando DD, Yang Z, Zhang Z, Chen X, Zhang Y. 2008. Development of the male reproductive structure in *Taxus yunnanensis*
- Zwawiak J & Zaprutko L. 2014. Review Paper : A brief history of taxol. *Journal of Medical Science* 1 (83): 47-52

KOMPOSISI MEDIA STEK PADA SUNGKAI (*Peronema canescens* Jack.) DI PERSEMAIAN

Sahwalita dan Imam Muslimin

Balai Penelitian Kehutanan Palembang
Jln. Kol. H. Burlan KM 6,5 Pundi kayu, Palembang Sumatera Selatan
Email: sahwali@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang media stek sungkai yang optimal untuk mendukung pertumbuhan bibit sampai siap tanam. Penelitian dilakukan di persemaian KHDTK Kemampobanyuasin, Provinsi Sumatera Selatan pada bulan Juli-Nopember 2010. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan tiga kali ulangan dengan perlakuan yang diuji meliputi enam taraf media yaitu: P1 = topsoil 100%; P2= 60% tanah + 40% pakis + 0% kompos; P3 = 60% tanah + 0% pakis + 40% kompos; P4 = 60% tanah + 20% pakis + 20% kompos; P5 =80% tanah + 0% pakis + 20% kompos; P6 = 80% tanah + 20% pakis + 0% kompos. Parameter yang diamati adalah persentase hidup, pertumbuhan tinggi, diameter dan jumlah tunas. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa komposisi media perlakuan 4 (tanah 60%, pakis 20% dan kompos 20%) memberikan pertumbuhan terbaik dengan tinggi 34,09 cm atau 11,92% lebih baik dibandingkan kontrol dengan persen hidup 100%.

Kata kunci: kompos, pakis, stek, sungkai, tanah

PENDAHULUAN

Tanaman sungkai merupakan salah satu jenis tanaman yang dikembangkan sebagai tanaman penyusun hutan tanaman di luar pulau Jawa. Secara alamiah jenis ini tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia yang terkenal dengan "Jati Sebrang". Pengembangan jenis ini secara luas didukung juga oleh pertumbuhannya yang tidak membutuhkan persyaratan khusus, mudah dibudidayakan, sudah dikenal baik oleh masyarakat, serta mempunyai beragam manfaat.

Pembangunan hutan tanaman tentunya diawali oleh pembangunan persemaian yang menyediakan bibit berkualitas dalam jumlah banyak. Perbanyakan secara generatif (melalui biji) tanaman sungkai banyak mengalami kendala dalam hubungannya dengan perkecambahan biji (viabilitas benih) yang rendah yaitu 10% (Abdullah, dkk. 1991), 12,5% (Soetisna et. al, 1995) dan 13,25% (Sahwalita, dkk. 2010), sehingga teknik perbanyakan vegetatif merupakan pilihan utama yang harus ditempuh. Teknik perbanyakan vegetatif sungkai melalui stek secara umum telah banyak dilakukan karena jenis tanaman sungkai secara alamiah memang dianggap "mudah" untuk dikembangkan secara vegetatif (Supriadi dkk, 1989; Smits dan Priasukmana, 1988).

Media stek merupakan salah satu komponen yang harus diperhatikan dalam pertumbuhan tanaman secara vegetatif. Media yang digunakan bisa berfungsi untuk menumbuhkan perakaran dan berfungsi lebih lanjut untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Setiap spesies tanaman yang dikembangkan secara vegetatif memiliki persyaratan media perakaran stek yang berbeda-beda. Sebagai contoh tanaman *Eucalyptus pellita* membutuhkan media pasir untuk perakaran stek pucuk (Prastyono dkk., 2003), tanaman *Alstonia scholaris* membutuhkan media campuran pasir:kompos (2:1) (Mahfudz dkk., 2003), tanaman *Melaleuca cajuputi* membutuhkan media pasir (Siagian dan Adinugraha, 2001). Penelitian ini bertujuan memperoleh informasi tentang media stek sungkai yang optimal untuk mendukung pertumbuhan bibit sampai siap tanam.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di persemaian Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Kemampobanyuasin yang dikelola oleh Balai Penelitian Kehutanan Palembang, Sumatera Selatan. KHDTK Kemampobanyuasin termasuk dalam wilayah kerja Resort Pemangkuan Hutan Kemampobanyuasin yang berlokasi di desa Kayuara Kuning, Kecamatan Banyuasin III, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Secara geografis hutan Kemampobanyuasin terletak antara 104°18'07" – 104°22'09" Bujur Timur dan 2°54'28"-2°56'30" Lintang Selatan. Jenis tanah termasuk dalam tanah Podsolik Merah Kuning, termasuk tipe iklim B berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Ferguson, dengan rata-rata curah hujan 1.800-2.000 mm per tahun (Balittaman dan Unsri, 2002). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli - Nopember 2010.

Bahan dan Alat penelitian

Materi yang digunakan dalam kegiatan ini adalah bahan stek sungkai yang berasal dari KHDTK Benakat-Muara Enim (Sumatera Selatan), tanah, pakis dan kompos, Rootone F. Peralatan yang digunakan adalah kaliper, penggaris, alat tulis dan *tally sheet*.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), tiga ulangan dan 20 tanaman setiap perlakuan. Perlakuan yang diaplikasikan terdapat 6 macam media stek sungkai dengan komposisi bahan yang berbeda. Perlakuan media stek sungkai secara lengkap terdapat pada Tabel 1. Sebelum dilakukan penanaman stek, terlebih dahulu stek diberi hormon Rootone-F 100 ppm dengan perendaman selama 10 menit. Pengamatan dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap jumlah tunas yang terbentuk, pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman serta persentase hidup sampai bibit berumur 4 bulan. Data hasil pengamatan dan pengukuran berupa dianalisis varian dan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

Tabel 1. Perlakuan media stek sungkai di persemaian

Perlakuan	Persentase (%)		
	Tanah	Pakis	Kompos
1.	100	-	-
2.	60	40	-
3.	60	-	40
4.	60	20	20
5.	80	-	20
6.	80	20	-

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil analisis varians untuk variabel pengamatan jumlah tunas, tinggi dan diameter stek sungkai umur 4 bulan di persemaian dengan berbagai aplikasi media terdapat pada Tabel 2, sedangkan hasil analisis uji lanjut dan rerata perlakuan terdapat pada Tabel 3.

Tabel 2. Analisis varians pengaruh media stek sungkai terhadap pertumbuhan semai sungkai umur 4 bulan di persemaian

Sumber variasi	Parameter		
	Jumlah tunas	Tinggi	Diameter
Blok	2,71	1446,77**	2,40 *
Media	8,67**	125,14**	0,45 ns
Galat	1,31	34,99	0,67
Jumlah	12,69	1606,90	3,52

Keterangan: ** = Berbeda sangat nyata pada taraf kepercayaan 1%

* = Berbeda nyata pada taraf kepercayaan 5%

ns = non signifikan

Tabel 3. Rerata perlakuan media stek sungkai di persemaian

Jumlah tunas		Tinggi		Diameter	
Rerata	Perlakuan	Rerata	Media	Rerata	Media
8,85 a	6	34,09 a	4	5,36	5
8,78 a	2	32,21 a b	3	5,35	4
8,67 a b	4	31,37 b	2	5,30	3
8,52 a b	3	30,85 b	6	5,29	2
8,27 b	5	30,46 b	1	5,28	6
7,83 c	1	29,85 b	5	5,12	1

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf kepercayaan 5%

Aplikasi media stek sungkai tidak memberikan pengaruh yang nyata pada persentase hidup tanaman sampai dengan akhir pengamatan 100% hidup. Berdasarkan Tabel 2 di atas terlihat bahwa komposisi media stek sungkai memberikan pengaruh berbeda nyata pada jumlah tunas dan tinggi tanaman, sedangkan untuk diameter tidak memberikan pengaruh berbeda nyata. Pertumbuhan tinggi terbaik (Tabel 3) terdapat pada perlakuan 4 (tanah 60% + pakis 20% + kompos 20%) dengan tinggi sebesar 34,09 cm, sedangkan jumlah tunas terbanyak terdapat pada perlakuan 6 (tanah 80% + pakis 20% + kompos 0%) sebanyak 8,85 tunas. Pertumbuhan diameter stek sungkai mempunyai rerata sebesar 5,28 mm.

Pembahasan

Media memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan keberhasilan perkembangbiakan secara vegetatif (stek). Beberapa faktor yang berpengaruh dalam keberhasilan perakaran stek antara lain: umur trubusan dalam kondisi masih muda (juvenil), kelembaban udara harus tinggi (90%), suhu tanah dan udara sekitar 25°C-28°C, intensitas cahaya $\pm$ 50% (Smith dan Yasman, 1986), mempunyai porositas dan drainase yang baik, aerasi cukup, harus cukup kuat dan padat untuk menahan stek, volumenya harus cenderung konstan ketika kering ataupun basah, harus cukup menahan lembab walaupun saat kondisi kering, media harus menyediakan hara yang cukup selama pertumbuhan, tingkat keasaman tanah cukup (pH 5,5-7) (Hartman dan Kester, 1986).

Persentase hidup bibit sungkai sampai umur 4 bulan menunjukkan nilai yang tinggi yaitu 100% pada semua perlakuan media. Hal ini mengindikasikan bahwa jenis tanaman sungkai relatif mudah untuk dikembangkan secara vegetatif serta tidak membutuhkan persyaratan khusus untuk dapat tumbuh, walaupun dalam media tanah (kontrol). Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah jenis Podsolik Merah Kuning (PMK) yang mempunyai kandungan kimiawi tanah (pH tanah, KPK, unsur hara makro (N, P, Ca, Mg) dan mikro (Zn, Mo, Cu dan B) serta bahan organik yang rendah dan kandungan Al, Fe, Mn dalam jumlah tinggi sehingga dapat meracuni tanaman (Lampiran 1) serta kondisi drainase dan aerasi yang jelek (Supriyo dkk., 2009). Smith dan Yasman (1986), menekankan bahwa sifat fisik media lebih menentukan dalam pembentukan dan perkembangan akar dibandingkan dengan sifat biologi dan kimia media. Hal ini sangat berhubungan dengan ketersediaan udara dalam media yang berperan utama dalam pertumbuhan dan perkembangan akar (Kusno, 1984 dalam Siagian 2001).

Perlakuan 4 (tanah 60% + pakis 20% + kompos 20%) memberikan persentase hidup sebesar 100% merupakan media terbaik bila dibandingkan media lain dalam beberapa penelitian sebelumnya. Aplikasi media perakaran dengan campuran antara tanah regosol dan serbuk gergaji (3:1) memberikan persentase hidup sebesar 66,67% (Sutarto, 2008), sedangkan aplikasi media perakaran stek campuran pasir dan tanah topsoil (1:1) memberikan hasil persentase hidup 73,2%-83,7% (Siagian, 2001).

Stek sungkai mempunyai pertumbuhan tinggi tanaman terbaik pada perlakuan 4 (tanah 60% + kompos 20% + pakis 20%) sebesar 34,09 cm atau mempunyai pertumbuhan tinggi sebesar 11,92% lebih baik bila dibandingkan dengan kontrol (tanah). Kandungan tanah sebagai unsur utama penyusun media berasal dari jenis tanah podsolik merah kuning yang mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi yang rendah. Namun, pencampuran kompos dan pakis dengan persentase yang tepat dimungkinkan dapat memperbaiki sifat-sifat tanah tersebut. Penambahan pakis pada perlakuan 4 memberikan perbaikan pada kondisi sifat fisik media yaitu memiliki kemampuan mengikat air, aerasi dan drainasi menjadi lebih baik, melapuk secara perlahan-lahan, serta mengandung unsur hara (Syaifullah dkk., 1997). Sedangkan penambahan kompos memberikan manfaat yang beragam yaitu memperbaiki sifat fisik (memperbaiki agregat tanah, aerasi dan drainasi menjadi lebih baik, meningkatkan kapasitas penyerapan air, meningkatkan temperatur, meningkatkan infiltrasi), kimiawi (sebagai salah satu sumber nutrisi, meningkatkan KTK) maupun biologi (sebagai sumber energi dan

nutrisi). Mekanisme terpenting adalah bahwa kompos memberikan tambahan nutrisi dengan menyediakan unsur hara makro dan mikro (Lampiran 2) yang banyak dibutuhkan oleh tanaman untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan stek sungkai. Keberadaan unsur hara makro dan mikro dalam kompos merupakan suplemen bagi tanaman dalam kondisi normal (hanya menggunakan tanah) unsur hara ini berada dalam kondisi kahat (Madjid, 2009).

Kompos mempunyai peranan yang sangat nyata dan penting digunakan sebagai campuran dalam media stek, hal ini terlihat dari perlakuan yang menggunakan komposisi kompos cenderung mempunyai pertumbuhan tinggi yang lebih baik bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan 3 dan 4 mempunyai nilai yang tinggi dan tidak berbeda nyata. Komposisi pakis (20%) dan kompos (20%) pada perlakuan 4 dimungkinkan mempunyai fungsi yang sama dengan penambahan kompos pada perlakuan 3 dengan jumlah yang lebih besar (40%) dan bahan pakis yang ditiadakan. Penambahan porsi kompos yang lebih besar ini (dua kali lipat) akan memberikan sumbangan nilai bahan organik dan nutrisi yang lebih besar dan berimbang bila dibandingkan dengan perlakuan 4. Hardjowigeno (1987) mengemukakan bahwa bahan organik merupakan sumber N yang utama dalam tanah yang berperan dalam mempercepat pertumbuhan tanaman, menambah tinggi tanaman dan merangsang pertunasan. Nilai kompos yang lebih sedikit pada perlakuan 5 (20%) dan dikombinasikan dengan tanah yang besar (80%) tanpa diikuti dengan penambahan bahan organik lainnya, memberikan nilai pertumbuhan tanaman yang kurang optimal dan bahkan mempunyai nilai yang sama dengan kontrol.

Jumlah tunas stek sungkai terbanyak sampai dengan umur 4 bulan terdapat pada perlakuan 6 (tanah 80% + pakis 20% + kompos 0%) dengan nilai 8,85 tunas atau mempunyai nilai 13,03% lebih baik bila dibandingkan dengan kontrol, namun mempunyai nilai yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan 2 dan 4 yang mempunyai aplikasi yang sama dengan penambahan pakis walaupun dengan kuantitas pakis yang berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk dapat menumbuhkan perakaran dan tunas stek sungkai, maka dibutuhkan media yang mempunyai sifat fisika yang baik (drainase, aerasi, porositas, temperatur). Namun dalam perkembangannya, masing-masing tunas yang terbentuk tentunya memerlukan unsur hara baik makro maupun mikro yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tingkat lanjut. Komposisi yang dibutuhkan bukan hanya penambahan pakis saja, melainkan unsur hara yang bisa disuplai melalui penambahan kompos untuk memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah. Mekanisme semacam ini terdapat dari media stek perlakuan 4 yang mempunyai jumlah tunas yang tidak berbeda dengan perlakuan 6, namun mempunyai nilai pertumbuhan tanaman (tinggi) yang terbaik. Penambahan kompos pada perlakuan 4 mampu memberikan suplai unsur hara bagi perkembangan tunas yang terbentuk.

Pertumbuhan diameter tanaman mempunyai nilai yang berbeda tidak nyata dalam berbagai komposisi media stek. Zobel & Talbert (1984) mengemukakan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman lebih kuat dipengaruhi oleh faktor kesuburan tanah, sedangkan pertumbuhan diameter tanaman lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama jarak tanam. Kontrol faktor lingkungan terutama jarak tanam yang rapat sangat mempengaruhi efektifitas penetrasi cahaya matahari, dimana komponen cahaya matahari sangat berguna bagi pertumbuhan dan perkembangan epidermis dan korteks tanaman sebagai dasar pembentukan diameter tanaman. Dalam penelitian ini kondisi jarak tanam (jarak antar *polybag*) adalah sama dan masing-masing tanaman sangat kecil memberikan efek negatif pada tanaman yang lainnya, sehingga pertumbuhan diameter tanaman dalam semua kondisi adalah sama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Stek sungkai mampu hidup pada semua perlakuan media termasuk kontrol dengan persentase hidup 100%.
2. Komposisi media stek perlakuan 4 (tanah 60% + pakis 20% + kompos 20%) merupakan media terbaik dengan pertumbuhan tinggi 34,09 cm atau 11,92% lebih baik dibandingkan kontrol.

Saran

Pembibitan sungkai melalui stek disarankan menggunakan media campuran tanah (60%), pakis (20%) dan kompos (20%). Sehubungan dengan ketersediaan pakis pada lokasi persemaian dapat diganti dengan sekam atau cacahan sabut kelapa ataupun material lainnya yang berfungsi memperbaiki sifat fisik tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh Tim Penelitian Sungkai dan mahasiswa magang dari Universitas PGRI atas bantuan dan kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, H.R., E.B. Sutedjo, E. Iswahyudi, H.D. Riyanto dan W. Wibowo. 1991. Teknik Pembibitan dan Penanaman Sungkai (*Peronema canescen* Jack.). Jakarta. Balai Teknologi Reboisasi, Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Departemen Kehutanan Republik Indonesia.
- Balai Penelitian Hutan Tanaman dan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. 2002. Design Engineering Wanariset Kemampo. Palembang. *Tidak dipublikasikan*.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hartman, H. T. dan D. E. Kester. 1986. *Plant Propagation Principle and Practice*. Prentice – Hall of India Privated Limited. New Delhi.
- Madjid, A. R. 2009. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Bahan Ajar Online untuk mata kuliah: (1) Dasar-Dasar Ilmu Tanah, (2) Kesuburan Tanah, (3) Teknologi Pupuk Hayati, dan (4) Pengelolaan Kesuburan Tanah Lanjut. Fakultas Pertanian Unsri & Program Pascasarjana Unsri. <http://dasar2ilmutanah.blogspot.com>.
- Mahfudz, M.A. Fauzi, H. A. Adinugraha. 2003. Pengaruh media dan dosis *Rootone*-F terhadap keberhasilan stek pucuk pulai (*Alstonia scholaris* (L) R. Br). Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan Vol. 1 No.1 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Departemen Kehutanan. Yogyakarta.
- Prastyono, H. A. Adinugraha dan Suwandi. 2003. Keberhasilan pertumbuhan stek pucuk *Eucalyptus pellita* F. Muell pada beberapa media dan hormon perangsang pertumbuhan. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan Vol. 1 No.2 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Departemen Kehutanan. Yogyakarta.
- Sahwalita, Imam Muslimin dan Riskan Effendi. 2010. Perkecambahan benih sungkai (*Peronema canescen* Jack.) asal KHDTK Benakat, Muara Enim. Laporan hasil penelitian Balai Penelitian Kehutanan Palembang. Tidak dipublikasikan.
- Siagian, Y. T. 2001. Pengaruh pemberian hormon stek akar *Peronema canescens* Jack. Buletin Penelitian Pemuliaan Pohon. Puslitbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Departemen Kehutanan. Yogyakarta. Vol. 5 No. 1
- Siagian, Y.T., H.A. Adinugraha. 2001. Daya pertunasan cabang dan keberhasilan stek pucuk jenis *Melaleuca cajuputi* subsp. cajuputi pada beberapa macam media. Buletin Penelitian Pemuliaan pohon. Puslitbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Departemen Kehutanan. Yogyakarta. Vol. 5 No. 2
- Smith dan I. Yasman. 1986. Pengadaan bibit Dipterocarpaceae dengan cabutan. Departemen Kehutanan. Balai Penelitian Kehutanan Samarinda.
- Smits, W dan S. Priasukmana 1988. Prospek pembiakan vegetatif dalam pembangunan hutan di Indonesia. Makalah Penunjang 5. Diskusi Hasil Penelitian Silvikultur Jenis Kayu HTI. Jakarta 15-16 November 1988. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta. 9pp.
- Soetisna, U., Rahmawati, S dan Mulyaningsih, E.S. 1995. *The morphology of sungkai (Peronema canescen Jack.) fruit: Investigative study on its germination*. Proceedings International workshop on Biotechnology and development of species for Industrial Timber Estate. R&D Centre for Biotechnology LIPI. Bogor 27-29 June 1995. Bogor.
- Supriadi, C., G. Rusmana, R. Supriadi. 1989. Uji coba perbanyakan vegetatif metode cutting terhadap jenis *Peronema* Sp, *Gmelina mollucana*, *Eucalyptus urophylla* dan *Shorea leprosula*. Balai Teknologi Reboisasi Banjarbaru.
- Supriyo, H., C. A. Dwikoranto, A. Bale. 2009. Buku Ajar Klasifikasi Tanah (KTB 313). Laboratorium Ilmu Tanah Hutan Jurusan Budidaya Hutan. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Sutarto, A. F. 2008. Skripsi : Pengaruh Komposisi Media dan Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Semai Sungkai (*Peronema canescens* Jack) Hasil Stek Pucuk di Persemaian. Jurusan Budidaya Hutan. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta. *Tidak dipublikasikan*.
- Syaifullah, B. Marwoto, A. Muharam, dan T. Sutater. 1997. Anggrek. Jakarta: Balai Penelitian Tanaman Hias.
- Zobel dan Talbert. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley and Sons Inc. Canada.

Lampiran 1. Hasil analisis tanah yang digunakan sebagai media

No.	Karakteristik	Nilai
1.	pH H ₂ O	4,07
2.	pH KCl	3,71
3.	C-Organik (<i>C-Organic</i>), %	1,83
4.	N-Total, %	0,14
5.	P-Bray, ppm	4,95
6.	K, me/100 g	0,30
7.	Na, me/100 g	0,22
8.	Ca, me/100 g	0,58
9.	Mg, me/100 g	0,13
10.	KTk (CEC), me/100 g	15,23
11.	Al-dd (<i>Al-exchangable</i>), me/100 g	1,64
12.	H-dd (<i>H-exchangable</i>), me/100 g	0,36
13.	Tekstur (<i>Texture</i>) :	
	- Pasir (<i>Sand</i>), %	49,46
	- Debu (<i>Silt</i>), %	32,98
	- Liat (<i>Clay</i>), %	17,56

Catatan : Dianalisis oleh Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Lampiran 2. Hasil analisis tanah yang digunakan sebagai media

No.	Karakteristik	Nilai
1.	pH H ₂ O	6,66
2.	pH KCl	5,92
3.	C-Organik (<i>C-Organic</i>), %	25,87
4.	N-Total, %	1,77
5.	P-Bray, ppm	87,30
6.	K, me/100 g	28,76
7.	Na, me/100 g	16,3
8.	Ca, me/100 g	33,75
9.	Mg, me/100 g	2,70
10.	KTk (CEC), me/100 g	47,85
11.	Al-dd (<i>Al-exchangable</i>), me/100 g	Ttu
12.	H-dd (<i>H-exchangable</i>), me/100 g	Ttu
13.	Tekstur (<i>Texture</i>) :	
	- Pasir (<i>Sand</i>), %	73,22
	- Debu (<i>Silt</i>), %	18,60
	- Liat (<i>Clay</i>), %	8,18

Catatan: Dianalisis oleh Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

PEMANFAATAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DALAM MENINGKATKAN PERTUMBUHAN JABON PUTIH (*Anthocephalus cadamba*) PADA TANAH GAMBUT

Burhanuddin dan H.A. Oramahi

Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpuruf
Email: hans_borneo@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pengembangan budi daya jabon di Kalimantan Barat pada tanah gambut dengan keasaman tanah dan kahat beberapa unsur hara terutama P merupakan kendala utama. Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut, perlu diusahakan suatu teknologi alternatif yang tepat yaitu dengan pupuk hayati (*biofertilizer*). Pupuk hayati telah berhasil dikembangkan sebagai pupuk yang potensial dan aman bagi lingkungan, diantaranya adalah Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh jenis jamur mikoriza arbuskula terbaik dapat meningkatkan pertumbuhan jabon putih (*Anthocephalus cadamba*) di tanah gambut. Penelitian ini menggunakan eksperimen murni dengan Rancangan Acak Kelompok. Perlakuan percobaan menggunakan jenis mikoriza *Glomus* sp, *Gigaspora* sp, *Micofer* 1 dan *Micofer* 2 serta tanpa inokulasi mikoriza di lapangan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 10 kali. Hasil penelitian membuktikan bahwa jenis mikoriza *micofer* 1 terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan jabon putih di tanah gambut dari parameter tinggi, diameter batang dan jumlah daun. Dalam rangka mendukung Program Pemerintah untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri perkayuan khususnya di Kalimantan Barat dengan memanfaatkan jabon putih diinokulasi jenis mikoriza *micofer* 1 dapat dikembangkan pada tanah gambut terdegradasi.

Kata kunci : Jabon putih, jamur mikoriza arbuskula, *micofer*, *glomus*, *gigaspora*

PENDAHULUAN

Tanah gambut sesungguhnya merupakan sumberdaya lahan yang potensial dan dapat terus dikembangkan untuk bidang pertanian, perkebunan maupun kehutanan. Konsep pengembangan tanah gambut harus mencapai tujuannya yaitu menjadikannya wilayah dengan produktivitas yang tinggi, tanpa terganggu tingkat kestabilannya, sehingga tercipta wilayah produktif berkelanjutan. Karakteristik kimia tanah gambut membutuhkan masukan energi dan teknologi yang besar sehingga produktivitasnya dapat tercapai. Menurut Badan Pertanahan Kalimantan Barat (2012) menjelaskan jenis tanah di Kalimantan Barat didominasi oleh jenis-jenis tanah masam yaitu 70 % jenis tanah Ultisol diikuti Aluvial dan gambut. Pada umumnya jenis-jenis tanah masam ini mempunyai potensi keracunan Al, miskin kandungan hara terutama P dan kation-kation dapat ditukarkan seperti Ca, Mg, Na dan K, kadar Al tinggi, kapasitas tukar kation rendah dan peka terhadap erosi (Handoko, 2010).

Kebutuhan industri akan bahan baku kayu di Pontianak Kalimantan Barat kian hari terus meningkat, bahkan menurut Haryo (2012) Industri Kayu Kalbar kekurangan 2 Juta meter kubik bahan baku setiap tahunnya. Menipisnya hasil panen dari kayu alam, membuat pengusaha industri perkayuan mulai beralih pada kayu hasil budi daya. Jabon merupakan salah satu jenis kayu yang pertumbuhannya sangat cepat (*fast growing species*) dan berbatang lurus (Mulyana *et al.*, 2010). Jika kondisi tanah dan lingkungan optimum, kayu jabon bisa dipanen hanya dalam jangka waktu 5 tahun dengan diameter kayu sekitar 30 cm-50 cm (Mansur dan Tuheteru, 2011).

Pengembangan budi daya jabon di Kalimantan Barat pada tanah gambut dengan keasaman tanah dan kahat beberapa unsur hara terutama P merupakan kendala utama. Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut, perlu diusahakan suatu teknologi alternatif yang tepat yaitu dengan pupuk hayati (*biofertilizer*). Pupuk hayati telah berhasil dikembangkan sebagai pupuk yang potensial dan aman bagi lingkungan, diantaranya adalah Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) (Bainard *et al.*, 2011; Martinez-Garcia & Pugnaire, 2011; Kivlin *et al.*, 2011).

Ada dua jenis jabon yang ditanam petani di Indonesia, yaitu jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*) dan jabon putih (*Anthocephalus cadamba*) termasuk ke dalam famili Rubiaceae, ordo Rubiales, genus *Anthocephalus*. Nama jabon di Indonesia berbeda-beda, misalnya jabon, haja, kelampeyan di Kaltantan; kelampaian di Jawa; johan, kelampaian dan kelampi di Sumatera ((Mansur dan Tuheteru, 2011).

Jabon memiliki sebaran alami yang luas, mulai dari India sampai Papua New Guinea. Di Indonesia sendiri, jabon ternyata memiliki daerah penyebaran alami hampir di seluruh wilayah Indonesia, seperti Sumatera, Jawa Barat dan Jawa Timur, Kalimantan, Sulawesi, NTB dan Papua. Dengan sebaran yang cukup luas, pohon jabon terbukti adaptif terhadap kondisi alam Indonesia. Jabon dapat tumbuh pada ketinggian dengan kisaran 0 – 1.000 m dpl, tetapi ketinggian optimal yang menunjang produktivitasnya adalah kurang dari 500 m dpl.

Berdasarkan nilai ekonominya, jabon merupakan jenis tanaman kayu yang berprospek baik karena pangsa pasarnya cukup baik, untuk dikembangkan sebagai hutan tanaman industri, hutan tanaman rakyat (di kawasan hutan pemerintah), maupun hutan rakyat (di lahan milik pribadi) karena bernilai ekonomis tinggi, memiliki pangsa pasar yang baik, daur relatif singkat dengan pertambahan riap rerata per tahun cukup tinggi, untuk keperluan domestik maupun ekspor. Untuk memenuhi kebutuhan industri kayu pertukangan, kayu jabon dapat diperoleh dari pohon jabon umur 5 – 10 tahun, sedangkan untuk bahan baku industri pulp, kayu jabon dapat dipanen dari pohon jabon umur 4 – 5 tahun setelah tanam (Mansur dan Tuheteru, 2011).

Dari semua potensi FMA, peningkatan serapan P oleh tanaman akibat adanya asosiasi FMA dan tanaman merupakan manfaat pokok yang dominan. Efektivitas setiap jenis FMA, selain tergantung pada jenis FMA itu sendiri, juga sangat tergantung pada jenis tanaman dan jenis tanah serta interaksi antara ketiganya (Brundrett *et al.*, 1996). Jenis tanaman mempengaruhi dalam hal perbedaan tingkat ketergantungan pada Mikoriza karena tanaman tertentu sangat membutuhkan keberadaan Mikoriza (Sieverding, 1991). Pengaruh jenis tanah pada perkembangan dan aktivitas FMA berkaitan erat dengan pH dan tingkat kesuburan tanah. Jenis-jenis FMA tertentu lebih sesuai untuk tanah-tanah masam (St Clair and Lynch, 2006; Valentine *et al.*, 2006; Uehlein *et al.*, 2007; Burhanuddin *et al.*, 2010; Burhanuddin *et al.*, 2011) sedangkan beberapa jenis lainnya lebih cocok untuk kondisi alkalin (Giovannetti and Gianinazzi, 1994; Bureau *et al.*, 2005).

METODE PENELITIAN

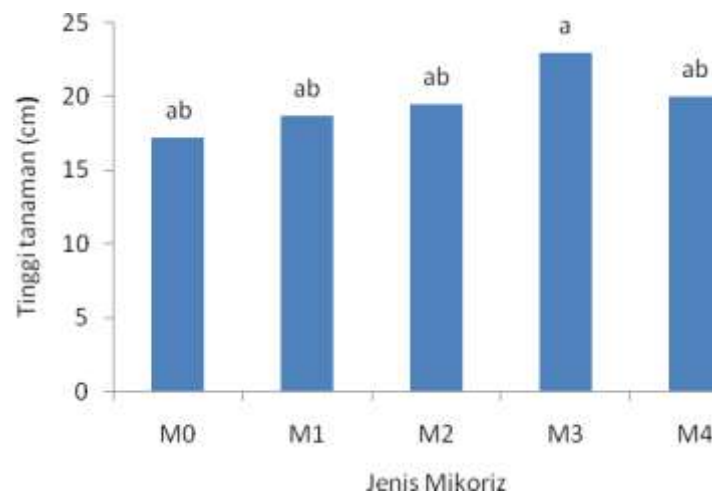
Penelitian ini menggunakan eksperimen murni dengan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan percobaan terdiri dari; Jenis jabon dan jenis mikoriza: (M_0 = kontrol (tanpa inokulasi FMA), M_1 = *Glomus* sp, M_2 = *Gigaspora* sp, M_3 = *Micofer* 1 dan M_4 = *Micofer* 2. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 10 kali. Jumlah seluruh kombinasi perlakuan : $5 \times 10 = 50$.

Metode penelitian ini dilakukan dengan tujuan: (1) Menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat berupa pengaruh inokulasi beberapa jenis FMA terhadap laju pertumbuhan jabon di lapangan, (2) Menentukan jenis FMA yang efektif meningkatkan pertumbuhan jabon. Penelitian ini menggunakan kontrol yaitu jabon tidak diinokulasi FMA. Penelitian penanaman di lapangan tanah gambut dilaksanakan selama 4 bulan. Data yang dikumpulkan terdiri dari tinggi (cm), diameter pangkal batang (mm), jumlah daun (helai), dan serapan hara P tanaman. Data tinggi, diameter, jumlah daun, dan persentase hidup akan dianalisis menurut analisis keragaman (ANOVA) rancangan acak lengkap menggunakan metoda SAS X3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Perlakuan inokulasi jenis mikoriza pada jabon di tanah gambut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap tinggi tanaman jabon umur 4 minggu setelah tanam (Gambar 1). Inokulasi dengan *micofer* 1 memperlihatkan pertumbuhan jabon lebih baik dibandingkan jenis-jenis mikoriza yang lain. Tanaman jabon dengan masing-masing inokulasi mikoriza jenis *glomus* sp, *gigaspora* sp, *micofer* 2 dan *micofer* 1 meningkatkan tinggi tanaman jabon berturut-turut sebesar 8,70 %, 13,40 %, 16,30 %, dan 33,70 %.



Gambar 1. Pengaruh inoculasi jenis FMA terhadap Tinggi tanaman jabon pada umur 4 minggu setelah tanam di lapangan.

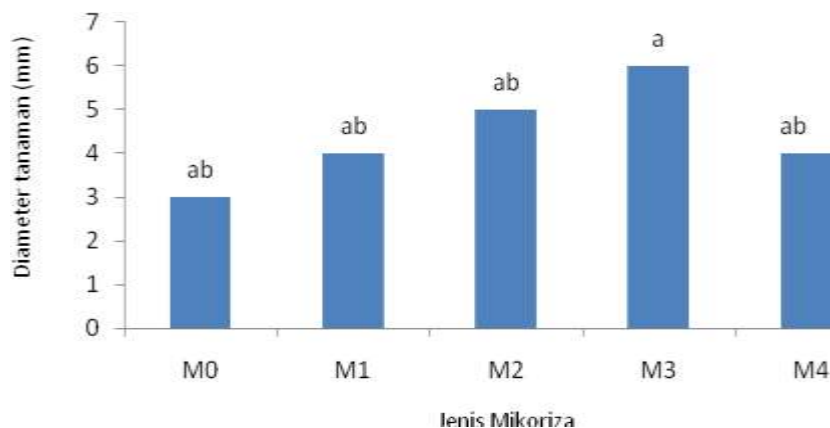
Keterangan: Huruf yang sama pada histogram tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan taraf 5 persen. M0= tanpa mikoriza, M1= *Glomus* sp, M2= *Gigaspora* sp, M3= *Micofer* 1 dan M4= *Micofer* 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jabon paling tanggap terhadap perlakuan inoculasi jenis FMA dibandingkan tanpa inoculasi FMA. Walaupun terdapat variasi diantara jenis FMA yang diuji, pertumbuhan tinggi jabon yang diinokulasi dengan jenis FMA *Micofer* 1 memperlihatkan pertumbuhan tertinggi. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Martin *et al.*, (2004) bahwa tanaman sungkai yang diinokulasi dengan *Glomus etunicatum* meningkatkan riap tinggi 123,70 % dibandingkan dengan yang tidak diinokulasi. Demikian juga menurut Wu *et al.*, (2007) bahwa *Glomus geosporum* lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi *Citrus tangerine* dibandingkan jenis-jenis FMA lain. Tanaman *Alstonia scholaris* yang diinokulasi dengan jenis FMA *Glomus* sp terbukti meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman yang nyata dibandingkan tanpa inoculasi FMA (Turjaman *et al.*, 2008). Perbedaan tanggap tanaman jabon terhadap inoculasi FMA diduga karena tingkat efektivitas *Micofer* 1 dalam merangsang pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mosse (1973) bahwa FMA tidak mempunyai inang yang spesifik, namun jenis FMA tertentu dapat lebih efektif meningkatkan pertumbuhan jenis tanaman tertentu. Tingkat efektivitas satu jenis jamur pembentuk mikoriza berbeda-beda terhadap jenis tanaman, bahkan jenis tanaman hutan tertentu tidak memberikan tanggap pertumbuhan yang positif terhadap inoculasi mikoriza (Setiadi, 1997).

Diameter Tanaman

Perlakuan inoculasi jenis mikoriza pada jabon di tanah gambut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap diameter tanaman jabon umur 4 minggu setelah tanam (Gambar 2). Inoculasi dengan *micofer* 1 memperlihatkan pertumbuhan jabon lebih baik dibandingkan jenis-jenis mikoriza yang lain. Tanaman jabon dengan masing-masing inoculasi mikoriza jenis *glomus* sp, *micofer* 2, *gigaspora* sp, dan *micofer* 1 meningkatkan diameter tanaman jabon berturut-turut sebesar 33,30 %, 33,30 %, 66,70 %, dan 100,00 % dibandingkan dengan control.

Hasil penelitian belum memperlihatkan perbedaan nyata dari jenis-jenis FMA yang diinokulasikan pada jabon di tanah gambut, tetapi inoculasi dengan jenis *micofer* 1 memberikan tanggap positif meningkatkan pertumbuhan jabon, hal ini selaras dengan hasil penelitian Turjaman *et al.*, (2008), bahwa semai *Ploiarium alternifolium* yang diinokulasi dengan *Glomus* sp mampu meningkatkan pertumbuhan diameter semai dibandingkan dengan yang tidak diinokulasi FMA. Dengan demikian inoculasi FMA mempunyai peran dalam meningkatkan pertumbuhan diameter tanaman.

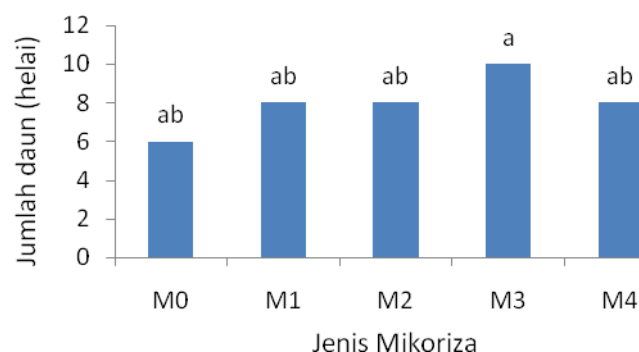


Gambar 2. Pengaruh inokulasi jenis FMA terhadap Tinggi tanaman jabon pada umur 4 minggu setelah tanam di lapangan.

Keterangan: Huruf yang sama pada histogram tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan taraf 5 persen. M0= tanpa mikoriza, M1= *Glomus* sp, M2= *Gigaspora* sp, M3= *Micofer* 1 dan M4= *Micofer* 2.

Jumlah Daun Tanaman

Perlakuan inokulasi jenis mikoriza pada jabon di tanah gambut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah daun tanaman jabon umur 4 minggu setelah tanam (Gambar 3). Inokulasi dengan *micofer* 1 memperlihatkan pertumbuhan jabon lebih baik dibandingkan jenis-jenis mikoriza yang lain. Tanaman jabon dengan masing-masing inokulasi mikoriza jenis *glomus* sp, *gigaspora* sp, *micofer* 2 dan *micofer* 1 meningkatkan jumlah daun tanaman jabon berturut-turut sebesar 33,30 %, 33,30 %, 33,30 %, dan 66,70 %.



Gambar 3. Pengaruh inokulasi jenis FMA terhadap jumlah daun jabon pada umur 4 minggu setelah tanam di lapangan.

Keterangan: Huruf yang sama pada histogram tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan taraf 5 persen. M0= tanpa mikoriza, M1= *Glomus* sp, M2= *Gigaspora* sp, M3= *Micofer* 1 dan M4= *Micofer* 2.

Walaupun hasil penelitian ini belum memberikan perbedaan yang nyata, inokulasi dengan jenis *micofer* 1 memperlihatkan jumlah daun tertinggi dibandingkan jenis FMA lain. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Trisilawati dan Yusron (2009), tanaman nilam (*Pogostemon cablin*) yang diinokulasi dengan *Glomus* sp meningkatkan jumlah daun sebesar 109,5 % dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi. Demikian juga menurut Alkareji & Budi (2007), tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria*) yang diinokulasi dengan *Glomus* sp meningkatkan jumlah daun sebesar 448,15 % dibandingkan dengan tanaman kontrol. Sedangkan menurut Turjaman *et al.*, (2008), tanaman *Calophyllum hosei* yang diinokulasi dengan *Glomus aggregatum* dan *Glomus clarum* tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah daun semai sampai dengan umur 6 bulan, tetapi inokulasi dengan *Glomus clarum* cenderung meningkatkan pertumbuhan jumlah daun semai *Calophyllum hosei* tertinggi dibandingkan dengan yang tidak diinokulasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada percobaan hasil pengujian inokulasi jenis mikoriza pada tanaman jabon umur 4 minggu membuktikan bahwa perlakuan jenis mikoriza tidak memberikan perbedaan yang nyata, namun tanaman jabon yang diinokulasi dengan *micofer 1* menunjukkan pertumbuhan lebih baik dibandingkan diinokulasi dengan jenis mikoriza lainnya. Secara umum dapat disarankan bahwa jenis *micofer 1* dapat dimanfaatkan sebagai agen hayati untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman jabon putih pada tanah gambut di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI), DEPDIKNAS atas bantuan dana penelitian melalui program Penelitian Prioritas Nasional MP3EI (PENPRINAS MP3EI 2011-2025) Nomor: 017/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/V/2014, tanggal 5 Mei 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. Badan Pertanahan Nasional Kalimantan Barat.
<http://www.dephut.go.id/Halaman/PDF/kalbar05/tabel-5.pdf>. 2012. Diunduh 2012
- Alkareji & S.W. Budi. 2007. Pemanfaatan mycorrhizal helper bacteria (MHBS) dan cendawan mikoriza arbuskula untuk meningkatkan pertumbuhan sengon (*Paraserianthes falcataria*) di persemaian. *Dalam Kongres Nasional Mikoriza II. Percepatan Sosialisasi Teknologi Mikoriza untuk Mendukung Revitalisasi Kehutanan, Pertanian dan Perkebunan*. Bogor, 19-20 Juli 2007.
- Bereau M, Bonal D, Louisanna E and Garbaye J. 2005. Do mycorrhizas improve tropical tree seedling performance under water stress and low light condition?. A case study with *Dycorynia guianensis*. *Journal of Tropical Ecology* 21:375-381.
- Brundrett, N.N, Bougher, B. Dell, T. Grove and N. Malajczuk. 1996. Working with Mycorrhiza in Forestry and Agriculture. *ACIAR Monograph*. 32.374+xp.
- Burhanuddin., S. Kabirun., B. Radjagukguk. & Sumardi. 2010. Effect of AMF inoculation on the growth of *Combretocarpus rotundatus* Miq on a peat soil from Central Kalimantan (For restoration Ex-Mega Rice Project Central Kalimantan). *Jurnal Biota* Vol.15 (1): 63-71.
- Burhanuddin dan Oramahi. 2011. Mycorrhizal symbioses with jelutung (*Dyera lowii* Hook) under increasing phosphate rock levels in Peat Soil. *Jurnal BELIAN*. VOL. 10 (2): 135-144.
- Burhanuddin., S. Kabirun., B. Radjagukguk. & Sumardi. 2011. Kajian *water table* pada semai perepat (*Combretocarpus rotundatus* Miq) dan jelutung (*Dyera Lowii* Hook) diinokulasi *Glomus* sp 3 di tanah gambut. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vol.8 (3): 187-196.
- Giovannetti, M dan Gianinazzi, P 1994. Biodiversity in arbuscular mycorrhizal fungi. *Jur. Mycol. Res* (705-715).
- Handoko. 2010. Sifat dan Ciri Tanah PMK.
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16331/3/Chapter%20II.pdf>. Diunduh 2012.
- Haryo, CW PS. 2012. Industri Kayu Kalbar Kekurangan 2 Juta Meter Kubik Bahan Baku.
<http://female.kompas.com/read/2008/02/27/17573175/industri.kayu.kalbar>. Diunduh 2012.
- Karepesina. S., Kaliky. F dan Mansur.I. 2013. Identifikasi dan Karakteristik Fungi Mikoriza Arbuskula dari Bawah Tegakan Samama (*Anthocephalus macrophyllus*) di Maluku. Prosiding seminar Nasional Mikoriza III. Bogor.
- Mansur. I dan Tuheteru. F.D. 2011. Kayu Jabon. Penerbi Swadaya. Bogor.
- Martin, E., Syaiful, I & Teten, R.S. 2004. Pengaruh Endomikoriza dan Media semai Terhadap pertumbuhan Pulau, Bungur, Mangium dan Sungkai di Persemaian. BPPK DEP Kehutanan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. Vol 1. no 3. 87-131.
- Mulyana. D., Asmarahman. C., dan Fahmi. I. 2010. Bertanam Jabon. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Setiadi, Y. 1997. Peranan mikoriza arbuskula untuk hutan tanaman industri. *Proceedings Seminar on Mycorrhizae*. Balikpapan 28 February, 1997. Samarinda. Hal: 41-57.
- Smith, S.E, & Read, D. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Third Edition. Academic Press. UK.

- Trisilawati, O & M. Yusron. 2009. Pengaruh pemupukan P terhadap produksi dan serapan P tanaman nilam (*Pogostemon cablin*). *Indonesian Medicinal and Aromatic Crops Research Institute*. Bogor 13: 42-49.
- Turjaman, M; irnayuli R. S; E. Santoso, & K. Tawaraya. 2008. Indigenous mycorrhizal fungi promoted early growth of tropical tree seedlings in degraded tropical peat swamp forest. *Dalam Proceeding International Symposium and Workshop on Tropical Peatland*. Peatland Development: Wise Use and Impact Management. Kuching, Sarawak, Malaysia. Hal: 330-342
- Uehlein N, Fileschi K, Eckert M, Bienert GP, Berl A, and Kaldenholf R. 2007. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and plant aquaporin expression. *Phytochemistry* 68: 122-129.
- Valentine AJ, Mortimer PE, Lintnaar A, and Borgo R. 2006. Drought responses of arbuscular mycorrhizal grapevines. *Symbiosis* 41 (3): 127-133.
- WU, Q-S., ZOU, Y-N., XIA, R-X., & WANG, M-Y. 2007. Five *Glomus* species affect water relations of *Citrus tangerine* during drought stress. *Botanical Studies*, Vol. 48: 147-158.

DAMPAK DEGRADASI HUTAN TERHADAP BIOMASA DAN KERAGAMAN JENIS POHON DI HUTAN RAWA GAMBUT

Dwi Astiani¹, Mujiman², Andjar Rafiastanto³, Edy Nurdiansyah³, Muhammad Hatta², Darkono³

¹Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura

² Lembaga Living Landscape Indonesia

³Fauna and Flora International-Indonesia Programme

Email: astiani.dwi@gmail.com; telepon: +561 745282; hp: +62811576491.

ABSTRAK

Hutan dan lahan gambut di Indonesia mencapai luas ~20,7 juta hektar, namun hampir 50% dari luasan tersebut hutannya sudah dibuka untuk tujuan pembangunan perkebunan, lahan pertanian, atau perluasan pembangunan pemukiman, sedangkan sisanya berupa hutan rawa gambut yang terdegradasi diberbagai kondisi yang disebabkan oleh dari aktivitas *logging* dan perambahan hutan. Degradasi hutan rawa gambut berdampak terhadap fungsi-fungsi ekosistem, menurunnya kondisi hutan dan lingkungan, dan pertumbuhan hutan itu di berbagai kondisi lingkungannya. Biomasa tegakan hutan rawa gambut merupakan salah satu parameter produktivitas hutan dan diperlukan untuk mengetahui bagaimana suatu lahan gambut berfungsi di dalam siklus karbon global dan menentukan bagaimana ekosistem ini merespon terhadap perubahan-perubahan antropogenik. Penelitian tentang kondisi biomasa telah dilakukan pada kawasan hutan rawa gambut di Kalimantan Barat Indonesia dengan mengukur biomasa dari semua pohon diameter >5cm di kawasan hutan rawa gambut di Kabupaten Ketapang dengan berbagai kondisi degradasi (ringan dan berat) dan 1 tipe hutan rawa yang terdapat menyelingi kedua kondisi tersebut. Metode *Stratified Random Sampling* di tiga kondisi hutan dilakukan untuk pengambilan plot contoh. Semua pohon di setiap kelas diameter, diidentifikasi jenisnya, dan diukur diameter dan tingginya. Melengkapi biomasa tegakan, necromasa juga di inventarisasi untuk menduga stok karbon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa degradasi hutan berpengaruh nyata terhadap kerapatan pohon, luas bidang dasar, dan biomasa per hektarnya. Degradasi hutan juga menurunkan keragaman jenis pohon. Hasil penelitian ini mengekspresikan bahwa hutan terdegradasi berat memerlukan pemulihan dengan menjaga regenerasi dan pengayaan jenis untuk kelestarian produksi dan fungsi-fungsi ekologi.

Kata Kunci: hutan rawa gambut terdegradasi, kerapatan tegakan, luas bidang dasar, kandungan karbon hutan, necromasa

PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan dan degradasi hutan dengan cara penebangan hutan atau membuka hutan untuk tujuan pembangunan perkebunan, lahan pertanian, atau perluasan pembangunan pemukiman sering berdampak terhadap fungsi-fungsi ekosistem dan menurunnya kondisi lingkungan (Foley et al. 2005; Field et al. 2009; Miettinen et al. 2011) dan akibatnya dapat menyebabkan kontribusi hutan lebih besar menjadi pengemisi dari pada penyerap gas-gas rumah kaca (Soares-Filho et al. 2006; Defries et al. 2007; Skutsch et al. 2007; van der Werf et al. 2009; Eva et al. 2010). Aktivitas tersebut tidak hanya meningkatkan emisi karbon, tetapi juga mengganggu fungsi-fungsi ekosistem dalam bentuk beragam, baik secara langsung berupa penurunan biomas dan percepatan oksidasi gambut (Hooijer et al., 2006, 2010; Couwenberg et al., 2010) maupun tidak langsung seperti menambah resiko terhadap bahaya kebakaran (Siegert et al. , 2001; Page et al. , 2002, Langner et al. 2007, Langner & Siegert, 2009).

Dari hasil penelitian kami sebelumnya, degradasi hutan rawa gambut meningkatkan emisi CO₂ dari tanah gambut (Astiani et al. 2014, *in press*). Selain itu, yang utama adalah meningkatnya degradasi hutan kemungkinan besar berdampak pada terganggunya pertumbuhan dan kelangsungan hidup dari tegakan hutan yang tersisa. Diantara semua ekosistem hutan di dunia, hutan rawa gambut menyimpan paling banyak karbon di setiap unit luasan lahannya (Limpen et al. 2008). Luas hutan rawa gambut di Kalimantan mencapai

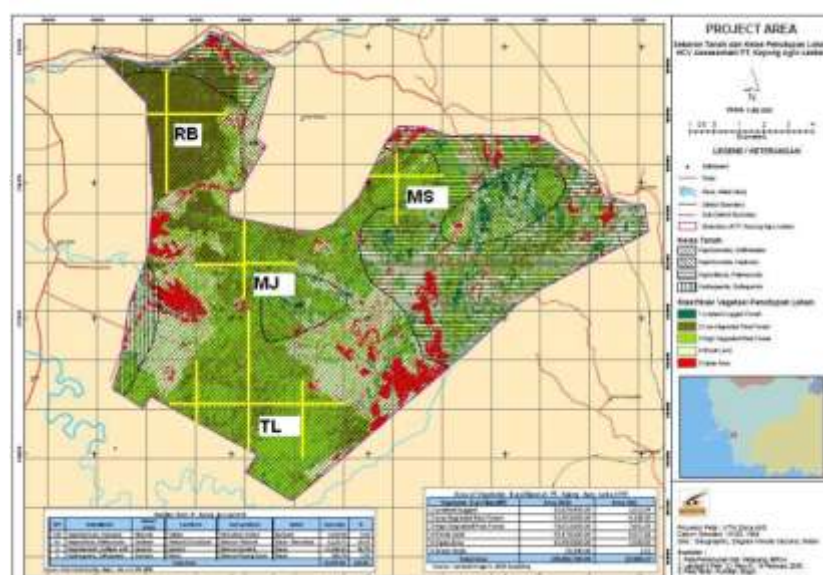
sekitar 5,9 juta hektar dan telah terdegradasi ~ 38% dalam kurun waktu 20 tahun (1990-2010) (Miettinen et al. 2011). Penyebab utama degradasi hutan Kalimantan tersebut antara lain karena penebangan hutan, terganggu keseimbangan tata air gambut oleh pembangunan drainase/kanal-kanal untuk pembukaan lahan pertanian di lahan gambut. Dari akibat degradasi hutan tersebut, perlu dikaji pengaruhnya terhadap kondisi tegakan tinggalnya.

Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh degradasi hutan terhadap biomasa dan keragaman jenis hutan rawa gambut.

METODE PENELITIAN

a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada hutan rawa gambut ombrotrophic di kawasan Kabupaten Ketapang Kalimantan Barat ($110^{\circ} 10' 0''$ E to $110^{\circ} 22' 80''$ E and $0^{\circ} 65' 0''$ S to $1^{\circ} 65' 0''$ S, ca~ 4 m dpl.). Kedalaman gambut di kawasan ini berkisar 0,5-4,8 meter. Rerata curah hujan 3010 mm $\pm$ 300m (Stasiun Pengamatan Cuaca, Bandar Udara Rahadi Usman Ketapang, tahun 1990-2012).



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Kelompok Hutan Riam Berasap (RB) dan Sungai Tulak (TL) Kabupaten Kayong Utara. Garis berwarna kuning adalah sketsa dari jalur survey

Pengukuran biomasa hutan rawa gambut dilakukan pada hutan rawa gambut seluas 13.000 ha pada tahun 2011-2012. Hutan yang diteliti, sebagian merupakan hutan bekas tebangan dengan level kerusakan yang berbeda, namun dalam penelitian ini berdasarkan interpretasi citra satelit yang tersedia dibagi kedalam terdegradasi berat dan ringan. Penggunaan lahan di sekitar matriks hutan ini cukup dinamis yang meliputi pertanian skala kecil, transmigrasi/ relokasi masyarakat, perkebunan sawit, dan juga lahan bekas terbakar. Sebelum survey pengukuran dilakukan, kawasan hutan ini dilakukan pemantauan image satelite (Landsat ETM+, 30m resolution) untuk mengetahui kondisi vegetasi penutup kawasan dan melakukan stratifikasi penutupan lahan. Stratifikasi pada peta sangat membantu menetapkan kondisi hutan dan penentuan jalur dan petak contoh. Dari hasil penelusuran satelit image kawasan hutan rawa gambut ini, areal hutan rawa gambut ini di stratifikasi menjadi 3 kondisi berdasarkan tingkat degradasi dan tipe hutan. Biomasa yang terukur merupakan representasi dari kawasan hutan rawa gambut terdegradasi berat dan ringan serta 1 tipe hutan lain (hutan rawa bergambut tipis dengan kedalaman 0-30cm) yang ditemukan menyelingi 2 kondisi degradasi hutan rawa gambut tersebut.

b. Pengukuran pohon.

Dari hasil stratifikasi tipe dan kondisi hutan, ditentukan letak dan jumlah petak pengukuran biomasa hutan di setiap kondisi degradasinya. Mengingat keberagaman kondisi hutan ini maka masing-masing kondisi hutan ditetapkan 10-15 petak contoh berukuran 20m x 100m. Peletakan petak dilapangan dilakukan secara purposive sesuai dengan tipe/kondisi hutan yang diinginkan. Pengukuran biomasa dilakukan pada semua pohon dengan diameter setinggi dada ≥ 10 cm di dalam petak contoh dan petak tersarang berukuran 5 m x 40

m untuk pohon diameter 5-10cm. dan 5-6 petak ukuran 1m x 1m untuk vegetasi penutup tanah berdiameter < 5 cm. Semua pohon diameter > 5cm diidentifikasi, diukur dbh dan tingginya, sedangkan untuk vegetasi < 5cm dilakukan *disturbed sampling* dengan memanen semua tumbuhan hidup dalam sub petak, menimbang berat basah dan menguji berat keringnya di laboratorium.

Selain pohon hidup, di register juga kandungan biomasa hutan yang mati seperti kayu mati dari pohon tegak, kayu mati rebah, dan serasah di dalam petak contoh (Gambar 2)



Gambar 2. Aktivitas pengukuran biomasa hutan rawa gambut. Deret atas: Pengumpulan serasah, pengukuran kayu mati rebah (CWD), pengukuran tanaman bawah; Deret bawah: Penimbangan vegetasi penutup tanah, pengukuran tinggi pohon, dan pengukuran diameter pohon

c. Estimasi Biomasa Hutan

Mentransformasi dimensi diameter menjadi perkiraan ukuran biomasa memerlukan aplikasi persamaan allometri yang tepat (Clark et al. 2002). Persamaan allometri yang digunakan untuk memperkirakan biomasa diatas permukaan tanah mengikuti Chave et al. (2005) yang juga memasukkan nilai kerapatan kayunya sehingga dapat memperkirakan biomasa dari besaran diameter pohon dan berat jenis kayunya. Biomasa di atas permukaan tanah diartikan sebagai akumulasi biomasa dari semua pohon yang tumbuh dengan interval diameter setinggi dada 5-20 cm; and > 20 cm dbh ditambah dengan vegetasi penutup tanah, biomasa kayu mati, baik rebah maupun masih tegak dan serasah di permukaan tanah

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

1). Stratifikasi Tipe/Degradasi dan Keragaman jenis Hutan

Identifikasi di lapangan menunjukkan paling tidak terdapat 3 tipe penutupan lahan/tipe hutan di lahan rawa gambut di kawasan kelompok hutan Riam Berasap dan S. Tulak, yaitu:

- (1) Hutan rawa gambut terdegradasi ringan (*Low Degraded Peatland Forest/LDPF*)
- (2) Hutan rawa gambut terdegradasi berat (*High Degraded Peatland Forest/HDPF*)
- (3) Hutan rawa terdegradasi ringan (*Low Degraded Swamp Forest /LDSF*), hutan ini ditemukan bersambungan di dalam hutan rawa gambut dan tidak teridentifikasi pada peta citra satelit. Dari hasil survey, diskripsi dari ke tiga tipe penutupan lahan disajikan sebagai berikut:

Hutan rawa gambut terdegradasi ringan (*Low Degraded Peatland Forest/LDPF*)

Hutan ini berupa hutan rawa gambut bekas tebangan terdegradasi rendah, yang umumnya berupa hutan bekas tebangan tua (lebih dari 10 tahun). Hutan rawa gambut ini dalam kondisi suksesi baik yang diindikasikan oleh jumlah permudaan yang cukup. Ditemukan 103 jenis pohon. Jenis-jenis yang mendominasi antara Nyatoh (*Palaquium* spp dan *Pouteria* sp), Ubah (*Syzigium* spp), dan Perepat (*Sonneratia*

sp). Kerapatan pohon berturut-turut adalah diameter >20 cm adalah 252.6 ± 59.2 pohon/ha and pohon diameter 5-20 (poles) 1436.7 ± 676.9 pohon/ha). Penutupan tajuk dari medium sampai tertutup, dan dan memperlihatkan pertumbuhan/suksesi permudaan yang cukup baik. Rerata luas bidang dasar dan *Standard Error* sebesar $37.9 \text{ m}^2/\text{ha}$ (SE 2,8; n=14).

Hutan rawa gambut terdegradasi berat (*High Degraded Peat Forest/HDPF*)

Penutupan hutan tipe ini terutama berupa hutan sekunder bekas tebangan baru (3-6 th). Ditemukan 74 jenis vegetasi pohon di kelompok hutan terdegradasi berat ini. Pohon-pohon pengisi tutupan lahan ini didominasi oleh jenis-jenis yang hampir sama dengan LDPF seperti yang tersebut diatas, hanya saja sudah banyak kehilangan jenis-jenis pohon kanopi atas seperti jenis Manggeris (*Koompassia malaccensis*), Meranti bunga (*Shorea uliginosa*), Meranti batu (*Shorea teijsmanniana*), Kayu malam (*Diospyros maingayi*), Medang semut (*Litsea* sp), Medang lendir (*Litsea gracilipes*), Medang kuning (*Litsea grandis*) dan lainnya. Kerapatan pohon berdiameter besar (>20cm) lebih sedikit dengan kategori terbuka dan agak terbuka (< 30% tutupan). Kerapatan tegakan berdiameter >20 cm dan 5-20cm berturut-turut 125.9 ± 54.6 dan 1472.7 ± 344.5 pohon per hektar. Jumlah pohon berdiameter >20 cm sekitar separuh dari LDPF, namun kerapatan pohon yang berdiameter kecil (5-20cm) tidak berbeda. Rerata luas bidang dasar lebih kecil dari LDPF ($29.8 \pm 3.2 \text{ m}^2/\text{ha}$; n = 11).

Hutan rawa terdegradasi ringan (*Low Degraded Swamp Forest /LDSF*)

Hutan rawa ini terbentuk di atas tanah alluvial dangan lapisan humus dangkal. Tipe tutupan hutan ini ditemukan terdistribusi secara acak di antara hutan rawa gambut yang lebih dalam. Tutupan hutan berupa hutan bekas tebangan, diisi oleh jenis-jenis yang juga ditemukan pada tutupan hutan rawa gambut. Jumlah jenis yang ditemukan sebanyak 31 species. Jenis-jenis dominan antara lain Jungkang (*Palaquium* sp), Medang (*Litsea* spp), Nyatoh (*Palaquium* spp, *Pouteria* spp), Meransik (*Pternandra galeata*), Kumpang (*Gymnacranthera* sp) dan Semangkok. Pohon diameter >20 cm sebesar 300 pohon/ha dan 5-20 cm 1360 pohon/ha dengan rerata luas bidang dasar $42.32 \pm 2,9 \text{ m}^2/\text{ha}$ (n = 12). Deskripsi dari ketiga tutupan lahan tersebut disajikan pada Gambar 4.



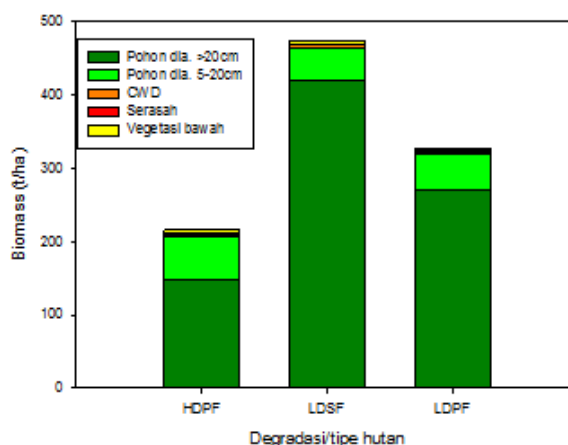
Gambar 4. Ilustrasi tutupan/tipe hutan; dari kiri ke kanan: hutan rawa gambut terdegradasi ringan, terdegradasi berat, dan hutan rawa terdegradasi ringan yng ditemukan acak di antara kelompok hutan rawa gambut

2). *Biomass pohon*

Dari hasil pengukuran, rerata hasil pengukuran biomas pohon berdiri dan biomas lain (Necromass, serasah, dan vegetasi penutup tanah) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Biomasa Diatas Permukaan Tanah (Rerata $\pm$ SE) Di berbagai Tutupan/Tipe Hutan Di Rawa Gambut

Tipe/ Degradasi Hutan	Pohon >20cm (t/ha)	Pohon dia. 5-20cm (t/ha)	CWD (t/ha)	Serasah (t/ha)	Vegetasi Penutup Tanah (t/ha)	Biomasa Total t/ha	Biomasa pohon Total t/ha	Necro mass Total
HDPF	$147.9 \pm 19,8$	$58.8 \pm 9,8$	$3.6 \pm 0,2$	$1.3 \pm 0,2$	$4.1 \pm 1,2$	215.8	210.9	4.88
LDSF	$419.3 \pm 24,7$	$45.2 \pm 3,7$	$3.7 \pm 0,1$	$1.3 \pm 0,2$	$5.5 \pm 0,8$	475.1	470.0	5.06
LDPF	$271.1 \pm 20,5$	$48.9 \pm 4,6$	$2.1 \pm 0,1$	$1.4 \pm 0,2$	$3.8 \pm 0,9$	327.3	323.8	3.52



Gambar 5. Biomasa di atas permukaan tanah di berbagai degradasi/tipe hutan rawa gambut.

Biomasa total di atas permukaan tanah LDSF lebih tinggi dari LDPF (45%) dan HDPF (120%). Di hutan rawa gambut, LDPF juga secara signifikan lebih tinggi biomasanya dibandingkan dengan HDPF (427,4 ton/ha vs 215,8 ton/ha). Distribusi biomasa di atas permukaan tanah didominasi oleh biomasa pohon, khususnya diameter >20cm. Secara keseluruhan semua biomasa hidup (termasuk vegetasi bawah) dari ketiga tutupan hutan tersebut memegang biomasa lebih besar dibanding necromasanya (98.5%, SE=0.23%). Bila dihitung dari stok karbonnya, biomasa dipermukaan tanah diperbagai stratifikasi kawasan hutan rawa gambut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Stok Karbon per Diberbagai Tipe/Degradasi Hutan Unit Area

Tipe/ Degradasi Hutan	Rerata Komponen Karbon di Atas Permukaan Tanah (ton /ha)					Total ton/ha	Total Karbon dalam Biomasa hidup (t/ha)	% Karbon dalam Biomasa Hidup
	Pohon> 20cm (t/ha)	Pohon 5- < 20cm (t/ha)	CWD t/ha	Serasah t/ha	Vegetasi bawah (t/ha)			
HDPF	73.98	29.41	1.78	0.66	2.07	107.89	105.45	97.74
LDSF	209.65	22.63	1.87	0.66	2.75	237.55	235.02	98.93
LDPF	135.55	24.48	1.06	0.70	1.88	163.67	161.91	98.92

3). Perkiraan Stok Biomasa Akar

Pendugaan biomasa dilakukan dengan menggunakan persamaan alometri mengikuti Brown (1999) berdasarkan biomasa pohon hidup. Besaran perkiraan biomasa akar disajikan pada Tabel 3.

Dari persamaan alometri untuk menghitung biomasa akar, diperkirakan biomasa akar berkontribusi 18-21% dari biomasa total permukaan tanah pada hutan rawa gambut. Dari biomasa per hektar pada tabel diatas dapat diperkirakan biomasa yang total yanf tersisa di seluruh areal hutan PT KAL, seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Table 3. Perkiraan Biomasa Akar per Hektar

Tipe/degradasi Hutan	Biomasa Pohon (t/ha)	Perkiraan Biomasa Akar t/ha (Brown, 1997)	Biomasa Total t/ha	Proporsi Biomasa Akar (%)
HDPF	215,78	43,44	259,22	20.12
LDSF	475,10	87,18	562,28	18.35
LDPF	327,34	62,74	490,06	19.16

Tabel 4. Perkiraan Biomasa Hutan Di Areal Kelompok Hutan Riam Berasap dan S. Tulak di PT KAL Kabupaten Ketapang

Tipe/degradasi hutan	Luas Areal (Ha)	Biomasa Total (x 1000 ton)
<i>High Degraded Peatland Forest</i>	7.651.35	1.983,38
<i>Low Degraded Swamp Forest</i>	1.013.94	570,12
<i>Low Degraded Peatland Forest</i>	4.245.30	2.080,45

b. Pembahasan

Secara umum, ke tiga tipe/kondisi hutan rawa gambut di Riam Berasap dan S Tulak Kabupaten Ketapang dalam kondisi suksesi baik yang diindikasikan oleh jumlah permudaan yang cukup dan proyeksi tegakannya membentuk kurva 'J terbalik'. Akan tetapi terjadi penurunan kerapatan dan jumlah jenis pohon yang cukup signifikan pada hutan rawa gambut terdegradasi berat (HDPF). Hasil penelitian ini mengekspresikan bahwa hutan terdegradasi berat memerlukan pemulihan dengan menjaga regenerasi dan pengayaan jenis untuk kelestarian produksi dan fungsi-fungsi ekologi. Sedangkan pada hutan rawa yang ditemukan diantara hutan rawa gambut, meski memiliki jenis yang sedikit tetapi kerapatan pohonnya relatif lebih tinggi. Keragaman jenis pohon di ekosistem ini tidak dapat dibandingkan dengan kedua kondisi hutan rawa gambut yang lain, karena kondisi tapaknya berbeda seperti jenis tanahnya mineral (aluvial) dan tidak bergambut.

Dari hasil pengukuran biomasa di atas permukaan tanah pada kelompok hutan tersebut dapat diperoleh besaran biomasa dan potensi kandungan karbon per unit areanya. Stok biomasa/karbon terukur dari kawasan ini cukup representatif dengan menggunakan metode *Stratified Random Sampling*, sehingga berbagai kondisi dan tipe hutan yang potensial di kawasan tersebut dapat terwakili dengan baik. Rerata dari stok biomasa total di kawasan LDPF lebih tinggi dibanding rerata hutan-hutan tropis di Asia yaitu 302 ton/ha (Brown, 1997). Demikian juga LDPF dan LDSF, masih dalam kisaran rerata biomas hutan berdasarkan kriteria IPCC (2006) yakni 362-450 ton biomas per hektarnya (Gibbs et al. 2007). Rerata biomasa kawasan HDPF relatif rendah, sehingga memerlukan upaya rehabilitasi baik dari segi kerapatan maupun keragaman jenis pohon pengisinya

Untuk menduga potensi biomasa/karbon diseluruh kawasan hutan rawa gambut, interpretasi citra landsat atau penafsiran foto udara diperlukan untuk menentukan luasan dari setiap kondisi dan tipe hutan yang berbeda, sehingga kemudian dapat diproyeksikan stok per unit luasan tersebut ke dalam luasan areal yang sebenarnya. Dari hasil pendugaan potensi biomasa di kawasan hutan rawa gambut, biomasa vegetasi pohonnya berpotensi ~4,63 juta ton. Pendugaan ini dapat pula dilakukan pada kandungan biomasa/karbon di bawah permukaan tanah dengan teknik extrapolasi kedalamannya sehingga diperoleh total potensi biomasa baik diatas maupun di bawah permukaan tanah di kawasan ini. Pendugaan biomasa/karbon di bawah permukaan tanah (dalam gambut) di presentasikan di publikasi yang berbeda.

Dari hasil pendugaan biomasa, kawasan hutan rawa gambut memiliki potensi biomasa yang cukup besar. Namun demikian mengingat hutan rawa gambut merupakan kawasan yang sangat rentan terhadap perubahan-perubahan hidrologi dan ekologi, sebaiknya kawasan ini dipertahankan sebagai hutan dan pemanfaatannya harus dapat mempertahankan ataupun meningkatkan kualitas hutan. Pemanfaatan kawasan hutan ini untuk jasa lingkungan, sebagai penyimpan, dan penyerap karbon lebih tepat untuk di lakukan.

KESIMPULAN

- a) Degradasi hutan rawa gambut menurunkan kerapatan pohon per hektar terutama diameter >20cm. Kerapatan pohon pada LDPF sebesar 252 pohon per hektarnya berkurang lebih dari 50% jumlahnya, sedangkan luas bidang dasarnya menurun ~22%. Namun demikian kondisi ini tidak terjadi pada pohon muda dengan diameter lebih kecil (5-20cm), tidak terdapat perbedaan kerapatan pohon-pohon lebih kecil. Pada hutan rawa yang terdapat berseling diantara hutan rawa gambut, LDSF juga memiliki kerapatan rerata yang masih relatif baik.

- b) Degradasi pada hutan rawa gambut mengakibatkan menurunnya jumlah jenis pohon di ekosistem ini. Penurunan jumlah jenis pohon cukup signifikan yaitu 329 jenis tidak ditemukan lagi pada hutan gambut terdegradasi berat, terutama dari jenis-jenis canopy lapisan atas. Di LDSF, ditemukan jauh lebih sedikit jenis-jenis pohon, namun diantara ke tiga tipe/degradasi hutan tersebut ditemukan jenis-jenis pohon yang sama.
- c) Terjadi penurunan biomasa pohon yang signifikan akibat degradasi hutan. Akan tetapi jumlah besaran biomasa per hektarnya masih dalam kisaran rerata hutan normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan atas dukungan penuh dari Fauna Flora International-Indonesia Programme. Dikesempatan ini kami penghargaan yang setinggi-tingginya kepada PT Kalimantan Agro Lestari di Kabupaten Ketapang yang telah memfasilitasi penelitian ini di lokasi areal konsesinya. Terimakasih kepada masyarakat Desa Riam Berasap dan Desa Sungai Putri (Bapak M. Darmadi dan teman-teman) atas partisipasinya dalam kegiatan survey yang memerlukan tenaga dan sumber daya manusia yang cukup besar. *Di kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada Pimpinan dan Staff di PT KAL yang mendampingi dan memberukan dukungan selama kegiatan berlangsung. Terimakasih juga kami sampaikan kepada, Sri Yuliani, Firda Fifi, Hanisah dan Nini Marlina, yang turut membantu dalam persiapan tanah dan specimen tumbuhan untuk ke Laboratorium. Terimakasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu terselesainya penelitian ini.*

REFERENSI

- Astiani D, Curran LM, Mujiman, Hatta M (2014) Tropical Peatland Soil Respiration along A Gradient of Forest Degradation, *Soil Biogeochemistry* (in Press).
- Brown S (1997) Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. *FAO Forestry Paper no. 134* Rome.
- Brown S (2002) Measuring carbon in forests: current status and future challenges *Environmental Pollution* 116: 363–72.
- Chave J, Andalo C, Brown S, Cairns MA, Chambers JQ, Eamus D, Foster H, Fromard F, Higuchi N, Kira T, Lescure JP, Nelson BW, Ogawa H, Puig H, Riera B, Yamakura T (2005) Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145(1): 87-99.
- Couwenberg J, Dommain R, Joosten H (2010) Greenhouse gas fluxes from tropical peatland in South-East Asia. *Global Change Biology*, 16, 1715-1732.
- DeFries R, Achard F, Brown S, Herold M, Murdiyarso D, Schlamadinger B, de Souza C Jr (2007) Earth observation for estimating global gas emissions from deforestation in developing countries. *Environmental Science and Policy*, 10, 385–394.
- Eva H, Carboni S, Achard F, Stach N, Durieux L, Faure J-F, Mollicone D (2010) Monitoring forest areas from continental to territorial levels using a sample of medium spatial resolution satellite imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, 191–197.
- Field RD, van der Werf GR, Shen SSP (2009) Human amplication of drought-induced biomass burning in Indonesia since 1960. *Nature Geoscience Letters*. DOI:10.1038/NGEO433, Feb 22, 2009.
- Foley JA, DeFries R, Asner GP, Barford C, Bonan G, Carpenter SR, Chapin FS, Coe MT, Daily GC, Gibbs HK, Helkowski JH, Holloway T, Howard EA, Kucharik CJ, Monfreda C, Patz JA, Prentice C, Ramankutty N, Snyder PK (2005) Global consequences of land use. *Science*, 309, 570–574.
- Gibbs HK, Brown S, Niles JO, Foley JA. (2007) Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environmental Research Letter* 2(2007): 1-13. DOI:10.1088/1748-9326/2/4/045023
- Hooijer A, Silvius A, Woosten M, Page S (2006) PEAT-CO₂, Assesment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia. *Delft Hydraulics report* Q3943.
- Hooijers A, Page S, Canadell G, Silvius M, Kwadijk J, Wosten H, Jauhiainen J (2010) Current and future CO₂ emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, 7, 1505 – 1514.

- IPCC (2007): The Physical Science Basis –Summary for Policymakers. <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07>.
- Langner A, Siegert F (2009) Spatiotemporal fire occurrence in Borneo over a period of 10 years. *Global Change Biology*, 15, 48 – 62.
- Limpens J, Berendse F, Blodau C, Canadell JG, Freeman C, Holden J, Roulet N, Rydin H, and Schaepman-Strub G (2008) Peatlands and the carbon cycle: from local processes to global implications – a synthesis. *Biogeosciences*, 5, 1475–1491.
- Miettinen J, Shi C, Liew SC (2011) Influence of peatland and land cover distribution on fire regimes in insular Southeast Asia. *Regional Environment Change* 11, 191–201.
- Page SE, Siegert F, Rieley JO, Boehm HDV, Jaya A, Limin S (2002) The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia in 1997. *Nature*, 420, 61–65.
- Siegert F, Rueckee G, Hinrich A, Hoffman AA (2001) Increase damage from fires in logged forest during droughts cause by El Niño. *Nature*, 414, 437–440.
- Skutsch M, Bird N, Trines E, Dutche M, Prumhoff P, de Jong BHJ, van Laake P, Masera O, Murdiyarso D (2007) Clearing the way of reducing emissions from tropical deforestation. *Environmental Science and Policy*, 10, 322–334.
- Soares-Filho BS, Nepstad DC, Curran LM, Cerqueira GC, GarciaRA, Ramos CA, Voll E, McDonald A, Lefebvre P, Schlesinger P (2006) Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440, 220–223.
- van der Werf GR, Morton DC, DeFries R S et al. (2009) CO₂ emissions from forest loss. *Nature Geoscience*, 2, 737–738.
- van der Werf GR, Randerson JT, Giglio L, Collatz G.J, Mu M, Kasibhatla PS, Morton DC, DeFries RS, Jin Y, and van Leeuwen TT (2010) Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna, forest, agricultural, and peat fires (1997–2009). *Atmospheric Chemistry Physics Discussion*, 10, 16153–16230.

PERTUMBUHAN TANAMAN GAHARU DI AREAL PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Agus Wahyudi

Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan (BPTSTH)
Jl. Raya Bangkinang - Kuok Km. 9 Bangkinang 28401 Kotak Pos 4/BKN - Riau
Telp. (0762) 7000121, Fax (0762) 7000122

ABSTRAK

Pengembangan tanaman gaharu (*Aquilaria malacensis* Lamk) di areal perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sistem *agroforestry* yang perlu diketahui pola tanamnya, terutama jarak tanam yang terbaik antara tanaman gaharu dan kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak tanam yang tepat antara tanaman gaharu dan pohon kelapa sawit, sehingga tanaman gaharu dapat tumbuh optimal di areal kebun kelapa sawit. Plot ujicoba berlokasi di Desa Kembang Damai, Kecamatan Pagaran Tapah Darusalam, Kabupaten Rokan Hulu, Propinsi Riau. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Berblok dengan tiga perlakuan ukuran jarak tanaman gaharu dari kelapa sawit, yaitu jarak 2 m, 3 m dan 4m. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan tanaman gaharu meliputi presentase hidup, tinggi tanaman, diameter batang, serta kondisi iklim mikro dan biofisik lapangan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan jarak tanaman gaharu dari kelapa sawit belum menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman gaharu sampai umur 2 tahun. Pengaruh nyata terlihat pada umur 2,5 tahun, dimana jarak tanam yang optimal adalah 4m dengan rerata pertumbuhan tinggi 235,0 cm dan diameter batang 32,0 mm, namun pada umur 4,5 tahun dan 7 tahun perbedaan jarak tanam tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman gaharu.

Kata kunci : *Agroforestry*, gaharu, kelapa sawit, jarak tanam, pertumbuhan

PENDAHULUAN

Tanaman gaharu (*Aquilaria malacensis* Lamk.) adalah jenis tumbuhan yang menghasilkan produk gaharu, sehingga dikelompokkan sebagai komoditi Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK). Spesies ini merupakan salah satu spesies pohon penghasil gaharu yang memiliki kualitas baik dan bernilai komersial tinggi. Sejak tahun 2002 kemampuan Indonesia memasok gaharu dalam pasar dunia hanya 10-15% dari total kuota ekspor 300 ton/tahun. Rendahnya pasokan gaharu tersebut karena semakin berkurangnya populasi pohon gaharu, dan spesies ini telah dikelompokkan sebagai tumbuhan langka dalam *appendix II CITES* (Santoso dan Sumarna, 2006). Kelangkaan jenis pohon gaharu tersebut harus diimbangi dengan usaha pengembangan dan budidaya tanaman gaharu, baik secara monokultur maupun sistem *agroforestry* (tanaman campuran) seperti halnya pada areal kebun kelapa sawit.

Kelapa sawit (*Elaeis sp.*) merupakan komoditi andalan untuk Provinsi Riau dengan luas perkebunannya mencapai 1.486.989 ha, atau 23,73% dari seluruh perkebunan kelapa sawit di Indonesia (Winarno, 2007). Lahan kebun kelapa sawit tersebut sangat potensial untuk pengembangan tanaman sela (*intercropping*) sebagai tanaman campuran. Spesies gaharu bersifat semi toleran (membutuhkan naungan pada fase pertumbuhan awal), sedangkan pada umumnya pohon kelapa sawit berjarak tanam 8m x 9m dan dapat berfungsi sebagai pohon pelindung apabila sudah berumur minimal di atas 5 tahun. Kondisi ini memungkinkan ditanam jenis tanaman gaharu sebagai tanaman sela di lahan perkebunan kelapa sawit.

Dalam bahasa Indonesia, kata *agroforestry* dikenal dengan istilah wanatani atau agroforestri yang arti sederhananya adalah menanam pepohonan di lahan pertanian. Menurut De Foresta dan Michon (1997) agroforestri dapat dikelompokkan menjadi dua sistem, yaitu sistem agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks. Sistem agroforestri sederhana adalah suatu sistem pertanian dimana pepohonan ditanam secara tumpang sari dengan satu atau lebih jenis tanaman semusim, sedangkan sistem agroforestri kompleks adalah sistem pertanian menetap yang melibatkan banyak jenis tanaman pohon (berbasis pohon) baik sengaja ditanam maupun yang tumbuh secara alami pada sebidang lahan dan dikelola petani mengikuti pola tanam dan ekosistem menyerupai hutan. Pola *agroforestry* antara tanaman gaharu dan pohon kelapa sawit, memiliki

manfaat sebagai berikut : (1) nilai ekonomi yaitu dengan mengoptimalkan daya dukung lahan dapat memberikan produk ganda yaitu kelapa sawit dan produk gaharu di masa panen nantinya; (2) nilai ekologis yaitu dapat mempertahankan karakteristik tanah di sekitar areal kebun kelapa sawit, sehingga adanya vegetasi pohon di antara kelapa sawit diharapkan dapat menyeimbangkan siklus hara tanah dan mengatur tata air; (3) nilai konservasi, yaitu spesies gaharu termasuk tumbuhan langka sehingga usaha pengembangan budidaya tanaman gaharu merupakan salah satu upaya konservasi jenis.

Saat ini sedang digalakkan pengembangan tanaman gaharu pada areal kebun kelapa sawit, namun perlu diketahui jarak tanam yang optimal antara kedua tanaman tersebut. Sehubungan sifat jenis tanaman gaharu yang semitoleran, maka perlu diketahui intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk fase pertumbuhan awalnya. Intensitas cahaya berkaitan dengan jarak tanam. Semakin dekat jarak tanaman gaharu dari kelapa sawit intensitas cahaya yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman gaharu semakin kecil, sebaliknya tingkat naungan semakin besar. Berdasarkan pertimbangan ini dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pola *agroforestry* tanaman gaharu dan kelapa sawit, terutama jarak tanam yang optimal antara tanaman gaharu dan kelapa sawit, sehingga tanaman gaharu dapat tumbuh baik di lahan kebun kelapa sawit dan sebaliknya produksi kelapa sawit tidak mengalami penurunan.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Plot ujicoba tanaman gaharuberlokasi pada lahan kebun kelapa sawit, di Desa Kembangdamai, Kecamatan Pagarantapah Darusalam, Kabupaten Rokan Hulu (Rohul), Provinsi Riau. Penelitian dilakukan mulai bulan Juni 2006 sampai bulan Desember 2013.

B. Metode Penelitian

Penelitian dirancang dengan pola Rancangan Acak Berblok dengan tiga perlakuan jarak tanaman yaitu 2 m, 3 m, dan 4 m, masing-masing perlakuan terdiri atas 10 ulangan atau blok. Plot uji coba penanaman gaharu di areal kebun kelapa sawit seluas ± 10 ha dan sketsa pola penanamannya tercantum dalam Lampiran 1. Untuk pengamatan dibuat petak-petak seluas 20 m x 20 m yang terdiri atas 20 tanaman gaharu pada masing-masing petak. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan tanaman gaharu meliputi tinggi tanaman, diameter batang dan persentase hidup. Diamati pula kondisi iklim mikro (suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya matahari) serta sifat fisik dan kimia tanah pada plot penelitian.

Pengukuran pertumbuhan tanaman gaharu dilakukan pada umur 3, 6, 9, 12, 24 bulan, serta 2,5 tahun, 4,5 tahun dan 7 tahun. Pengamatan iklim mikro dilakukan pada saat tanaman berumur 2 dan 7 tahun lalu dirata-ratakan. Pengamatan intensitas cahaya, kelembaban udara dan suhu udara dilakukan bersamaan dengan pengukuran pertumbuhan tanaman, pada pukul 12.00–14.00 siang hari pada musim kemarau. Pengamatan intensitas cahaya menggunakan *lux meter*. Intensitas cahaya di areal kelapa sawit dengan dan tanpa tanaman gaharu dibandingkan dengan intensitas cahaya pada areal terbuka (*open area*).

C. Analisis Data

Data pertumbuhan tanaman gaharu ditabulasi dan dirata-ratakan berdasarkan perlakuan dan ulangan. Analisis keragaman digunakan untuk menguji pengaruh perlakuan. Selanjutnya Uji Beda Berganda Duncan (*Steel and Torrie*, 1960) digunakan untuk menentukan perlakuan yang berbeda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Lokasi Penelitian

Plot ujicoba berlokasi di areal kebun kelapa sawit tahun tanam 1990, terletak pada posisi geografis 00° 46' 11,6" LU dan 100° 35' 9,3" BT, dengan ketinggian 45-60 m dpl., topografi datar- bergelombang, jenis tanah Podzolik Merah Kuning, tipe iklim A, curah hujan rata-rata 2.535 mm/tahun. Reaksi tanah bersifat sangat masam, tebal solum 50 -100 cm, lapisan *top soil* berwarna coklat gelap (3/2 7,5YR), dan lapisan *sub soil* coklat terang (4/6 7,5 YR). Hasil analisis contoh tanah menunjukkan kandungan unsur hara tergolong rendah sampai sedang, dan tekstur tanah lempung berpasir Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia tanah pada plot tanaman gaharu di kebun kelapa sawit

No	Karakteristik	Nilai	Keterangan
1	pH H ₂ O	3,61	Sangat Masam
2	C-organik (%)	2,02	Sedang
3	N-total (%)	0,28	Sedang
4	P-Bray (ppm)	2,47	Rendah
5	K-dd (me/100gr)	1,28	Sedang
6	Na-dd (me/100gr)	0,27	Rendah
7	Ca (me/100gr)	2,08	Rendah
9	KTK (me/100gr)	5,37	Rendah
10	C/N	7,22	Rendah
11	Tekstur		
	- Pasir (<i>Sand</i>) %	35,44	Lempung Berpasir
	- Debu (<i>Loam</i>) %	32,28	
	- Liat (<i>Clay</i>) %	32,28	

Jumlah pohon kelapa sawit dan tanaman gaharu dalam luasan satu hektar, serta kondisi iklim mikro pada areal plot uji coba disajikan dalam Tabel 2.

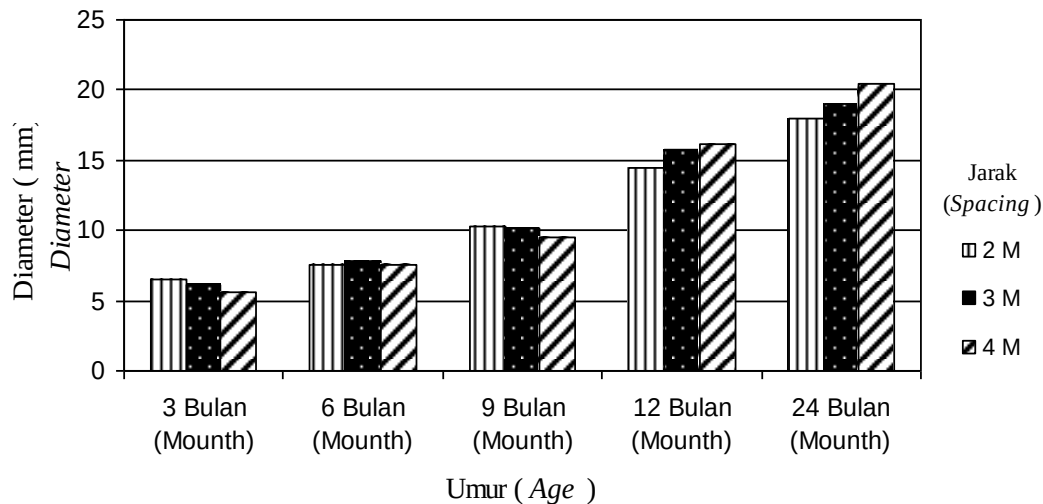
Tabel 2. Jumlah pohon kelapa sawit dan tanaman gaharu serta kondisi iklim mikro pada plot penelitian

Jarak dari Kelapa Sawit (Spacing from Oil Palm)	Gaharu (Agarwood)	Kelapa Sawit (Oil Palm)	Intensitas Cahaya (Light Intensity) Lux	Kelembaban (Humidity) (%)	Suhu (Temperature) (°C)
2 m	265 – 275 tanaman/ha (planting/ha)	132 pohon/ha (tree/ha)	IC 1100 (20%) Ternaungi (<i>Shading</i>)	76 – 80	25 – 27
3 m	265 – 275 tanaman/ha (planting/ha)	132 pohon/ha (tree/ha)	IC 1533 (50%) Sedang (<i>Medium</i>)	71 – 75	28 – 30
4 m	150 – 170 tanaman/ha (planting/ha)	132 pohon/ha (tree/ha)	IC 3433 (70%) Terang (<i>Light</i>)	60 – 70	31- 32
Kontrol (Control)	Area Kelapa Sawit (Oil Palm Area)	132 pohon/ha (tree/ha)	IC 3900 (80%) Terang (<i>Light</i>)	60 – 70	31 – 32

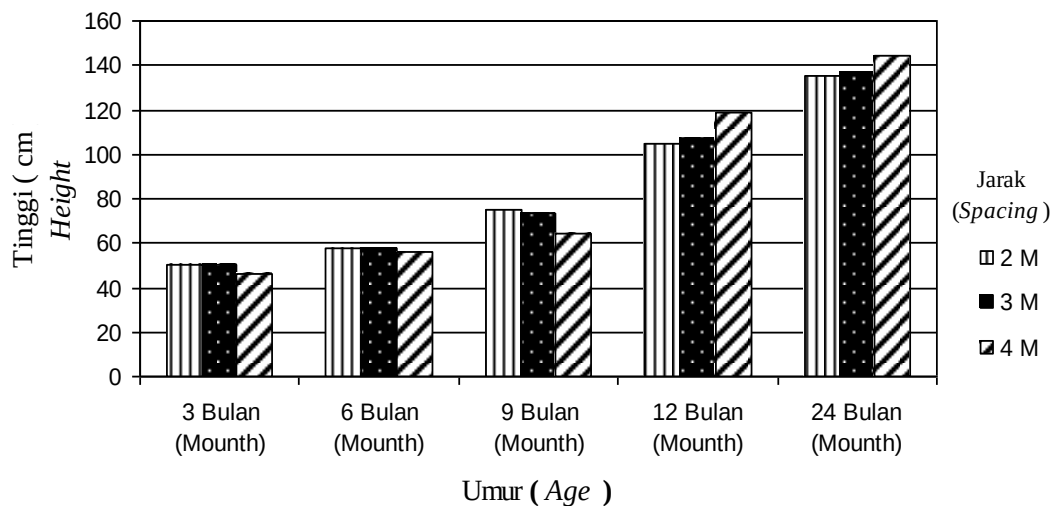
Dalam Tabel 2 terlihat bahwa semakin jauh jarak tanaman gaharu dari pohon kelapa sawit (4m), intensitas cahaya dan suhu udara semakin tinggi, sebaliknya kelembaban udara semakin rendah. Intensitas cahaya dan iklim mikro kondisinya hampir sama antara plot jarak 4 m dengan kontrol atau tanpa ada tanaman gaharu, hal ini karena pohon gaharu masih berumur muda dan tajuknya belum rimbun.

B. Fase Pertumbuhan Awal Tanaman Gaharu

Pertumbuhan awal tanaman gaharu (umur3, 6, 9, 12 dan 24 bulan), meliputi diameter batang dan tinggi tanaman disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Grafik pertumbuhan diameter batang tanaman gaharu umur 3, 6, 9, 12 dan 24 bulan pada plot penelitian.



Gambar 2. Grafik pertumbuhan tinggi tanaman gaharu umur 3, 6, 9, 12 dan 24 bulan pada plot penelitian

Pada Gambar 1 dan 2 terlihat bahwa tanaman gaharu sampai umur sembilan bulan menunjukkan pertumbuhan tinggi dan diameter batang paling rendah pada jarak 4m. Hal ini diduga disebabkan intensitas cahaya matahari yang lebih besar pada posisi tengah antara dua pohon kelapa sawit, sedangkan tanaman gaharu menghendaki naungan pada fase awal pertumbuhannya. Intensitas cahaya pada posisi tengah antara dua pohon kelapa sawit lebih besar karena pelepah kelapa sawit berukuran $\pm 3m$, sedangkan jarak tanam pohon kelapa sawit 8-9 m, sehingga terdapat ruang terbuka yang cukup luas. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sampai umur sembilan bulan tanaman gaharu masih membutuhkan naungan. Pada umur 12 bulan terjadi hal sebaliknya yaitu pertumbuhan paling besar terdapat pada jarak 4m. Hal ini berarti bahwa pada umur 12 bulan tanaman gaharu mulai membutuhkan banyak cahaya untuk pertumbuhannya, walaupun secara statistik pengaruhnya belum nyata. Hasil yang sama berlanjut sampai tanaman gaharu berumur 24 bulan, dimana pertumbuhan terbesar ditunjukkan oleh tanaman gaharu pada jarak 4 m dari kelapa sawit, namun secara statistik belum berbeda nyata dengan jarak lainnya.

Persentase tumbuh tanaman gaharu rata-rata 83,3 % pada umur 24 bulan, namun persentase tumbuh yang paling besar pada jarak 3 m dari pohon kelapa sawit. Hal ini diduga karena pertumbuhan tanaman gaharu masih dalam fase pertumbuhan awal, yang masih membutuhkan setengah naungan (intensitas cahaya 50%).

C. Pertumbuhan Tanaman Gaharu Umur 2,5 tahun, 4,5 tahun dan 7 tahun

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa ukuran jarak tanaman gaharu dari kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter batang pada tanaman gaharu umur 2,5 tahun namun pada umur 4,5 dan 7 tahun tidak berbeda nyata. Rata-rata tinggi, dan diameter batang tanaman gaharu umur 2,5, 4,5 dan 7 tahun disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata pertumbuhan tinggi, dan diameter tanaman gaharu pada umur 2,5, 4,5 dan 7 tahun pada plot penelitian di perkebunan kelapa sawit.

Jarak	Rerata Tinggi (Cm)			Rerata Diameter (Cm)			Keterangan
	2,5 Tahun	4,5 Tahun	7 Tahun	2,5 Tahun	4,5 Tahun	7 Tahun	
2 m	191a	450a	700a	2.75a	6.30a	7.81a	
3 m	195a	417a	621a	2.79a	6.07a	7.50a	
4 m	235b	458a	682a	3.20b	6.79a	7.42a	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) berdasarkan Uji Beda Berganda Duncan.

Hasil Uji Beda Berganda Duncan menunjukkan bahwa jarak tanam 4 m dari kelapa sawit menghasilkan pertumbuhan yang terbaik dan berbeda nyata dengan jarak 2m dan 3m dari kelapa sawit, sedangkan jarak 2m tidak berbeda dengan jarak 3m. Hal ini menunjukkan bahwa pada umur 30 bulan (2,5 tahun) tanaman gaharu membutuhkan intensitas cahaya lebih besar yaitu 70 % (3433 Lux), suhu udara 33-34 °C dan kelembaban udara 60 – 70 % (pengamatan jam 12.00 – 14.00 siang).

Ukuran jarak 4m menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik yaitu mencapai tinggi 235,0 cm, diameter batang 32,0 mm pada umur 2,5 tahun. Hasil tersebut lebih rendah dari laporan BPDAS Indragiri Rokan (2007) bahwa pertumbuhan tanaman gaharu di areal kebun karet mencapai pertumbuhan tinggi 235,5 cm dan diameter batang 43,3 mm pada umur 2,5 tahun. Sumarna dan Santoso (2004), melaporkan bahwa pertumbuhan tanaman gaharu di kebun karet (umur 5-15 tahun) dan di kebun kelapa sawit (umur 5-6 tahun), dapat mencapai tinggi rerata 15,6 cm/bulan. Pertumbuhan tinggi tanaman gaharu di lahan kebun karet hampir sama dengan di kebun kelapa sawit, tetapi pertumbuhan diameter agak lambat pada kebun kelapa sawit. Hal ini diduga karena intensitas cahaya yang lebih kecil pada lahan kebun kelapa sawit dibandingkan pada lahan kebun karet. Penyebab lainnya kemungkinan adalah kondisi tanah pada areal kebun kelapa sawit umumnya bersifat masam dan kurang subur.

Kondisi tanah dan iklim mikro pada lokasi plot uji coba tanaman gaharu hampir sama dengan habitat alami spesies gaharu yaitu sebagian besar tumbuh pada tanah podzolik dengan tekstur tanah lempung liat berpasir, berbatu-batu, pada dataran rendah hingga pengunungan dengan ketinggian 10 - >400 m dpl., suhu udara 24-32 °C, kelembaban antara 80-90%, curah hujan 1000-1500 mm/th. Gaharu tergolong tumbuhan pioner yang pada fase vegetatif pertumbuhan awalnya memerlukan naungan. Jenis gaharu tidak memerlukan persyaratan tapak yang spesifik (Parman dan Mulyaningsih, 2001).

Pengaturan jarak tanam sangat penting bagi pertumbuhan awal tanaman dan kualitas kayu yang dihasilkan. Jarak tanam yang rapat mengakibatkan terjadi kompetisi lebih cepat dengan tumbuhan lainnya dalam mendapatkan unsur-unsur hara tanah dan cahaya. Ukuran jarak tanam dapat mempengaruhi diameter batang, ukuran mata kayu, jumlah tanaman, dan kelurusan batang (Daniel, *et al.*, 1987). Jarak tanam yang lebih besar dapat menyebabkan intensitas cahaya lebih besar diantara tanaman. Pencahayaan yang baik dapat mempengaruhi laju proses fotosintesis dan menghambat berkembangnya serangan hama dan penyakit, sedangkan jarak tanam yang lebih rapat dapat menghasilkan jumlah tanaman yang lebih banyak dalam satuan luas.

Perbedaan pertumbuhan tanaman gaharu pada ketiga jarak tanam tersebut secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata sedangkan pada umur 30 bulan menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini kemungkinan disebabkan kebutuhan akan intensitas cahaya matahari yang lebih besar pada umur 4,5 tahun dibandingkan pada umur 30 bulan. Tanaman gaharu merupakan salah satu tanaman semi toleran pada awal pertumbuhannya, dengan berjalannya waktu kebutuhan akan cahaya matahari semakin besar sehingga perbedaan intensitas cahaya matahari oleh adanya tanaman kelapa sawit tidak terdapat perbedaan yang berarti.

Pengembangan tanaman gaharu di lahan kebun kelapa sawit merupakan optimalisasi pemanfaatan ruang antar pohon kelapa sawit sebagai komoditi inti. Penanaman tanaman gaharu idealnya dilaksanakan

pada kebun kelapa sawit berumur minimal 5 tahun, karena pelepah kelapa sawit mulai melebar ke samping sehingga dapat berfungsi sebagai penabung untuk tanaman gaharu. Siswomartono dan Sumarna (2001) melaporkan bahwa penanaman jenis gaharu pada kawasan hutan rakyat dengan ragam jenis tumbuhan (buah-buahan, kayu-kayuan) sebagai pola tanam perkayaan menunjukkan pertumbuhan yang baik, serta dapat memberikan harapan bagi perolehan pendapatan masyarakat pada masa datang. Kombinasi antara tanaman gaharu sebagai jenis tanaman kehutanan dan pohon kelapa sawit sebagai tanaman perkebunan merupakan salah satu sistem *agroforestry* yang disebut *Farm Forestry*.

Pertumbuhan tanaman gaharu pada umur 4,5 tahun menunjukkan tidak adanya perbedaan dalam pertumbuhan tinggi dan diameter pada ketiga jarak tanam dari pohon kelapa sawit. Namun akan timbul pertanyaan baru, bagaimana dampak tanaman gaharu tersebut terhadap produksi tanaman sawit. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap produksi buah kelapa sawit pada tahun ke-1 sampai tahun ke-4 belum menunjukkan perbedaan produksi dengan adanya tanaman gaharu pada jarak tanam 2m, 3m dan 4m.

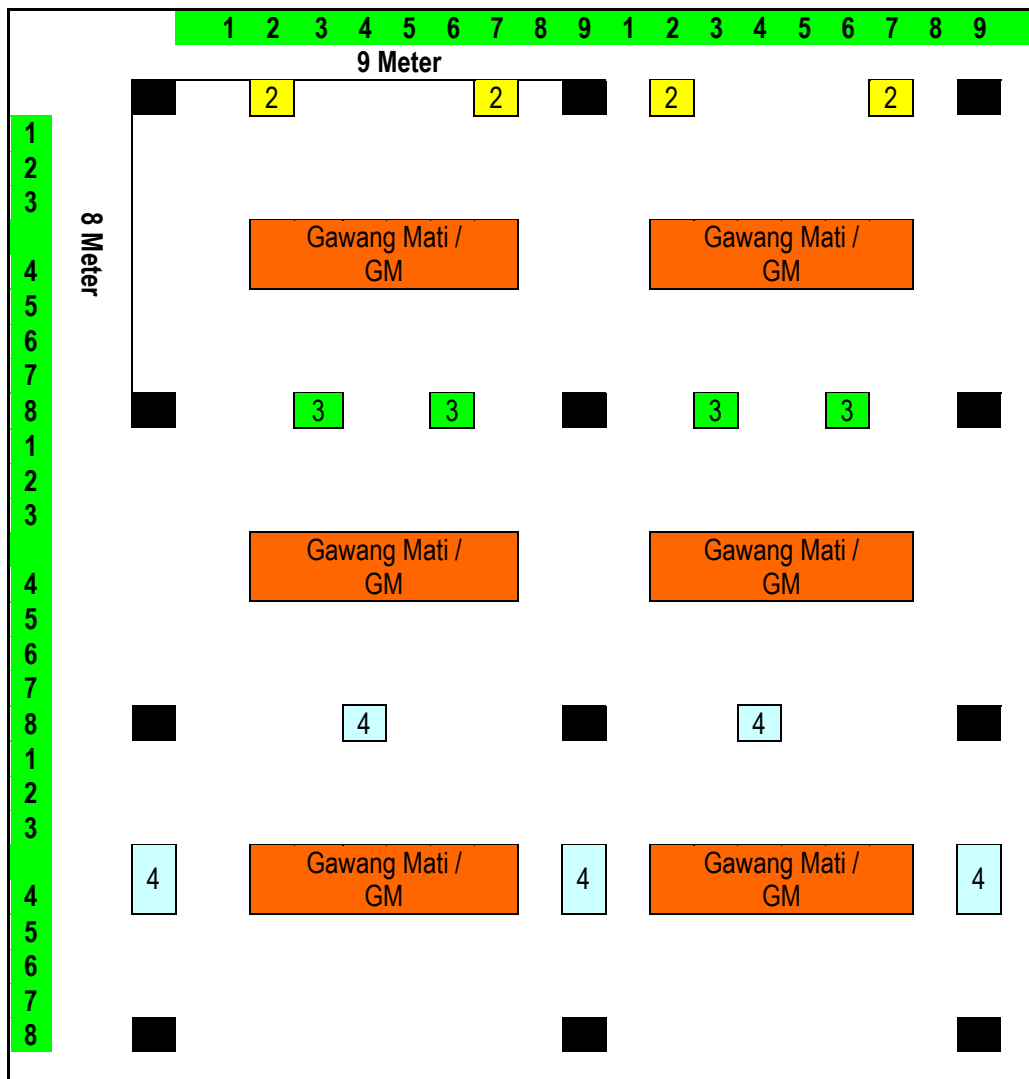
KESIMPULAN

1. Pada fase pertumbuhan anakan yaitu umur 3, 6, 9, 12 dan 24 bulan, ukuran jarak tanaman gaharu dari pohon kelapa sawit belum menunjukkan pengaruh yang nyata. Namun pada umur 30 bulan, ukuran jarak tanam gaharu tersebut memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter batang pada tanaman gaharu.
2. Pada umur 30 bulan, jarak tanam 4 m dari pohon kelapa sawit mempunyai pertumbuhan tertinggi yaitu rata-rata tinggi tanaman mencapai 235,0 cm dan diameter batang 32,0 mm dengan persen hidup sebesar 81%.
3. Ukuran jarak tanaman gaharu pada umur 4, 5 dan 7 tahun tidak menunjukkan pengaruh perbedaan pertumbuhan tanaman gaharu dan produksi kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- BPDAS Indragiri Rokan. 2007. Gaharu (*A. malaccensis*) diantara tanaman karet. Makalah Lokakarya BPDAS Indragiri Rokan.
- Daniel T. W. J, A. Helms and F. S. Baker. 1987. Prinsip-prinsip Silvikultur. Edisi Kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Parman dan T. Mulyaningsih. 2001. Teknologi Pembudidayaan Tanaman Gaharu. Prosiding Lokakarya Pengembangan Tanaman Gaharu. RLPS Dephut. Jakarta.
- Santoso, E dan Y. Sumarna 2006. Budidaya dan Rekayasa Produksi Gaharu pada Jenis Pohon Penghasil Gaharu. Pulitbang Hutan Konservasi Alam. Bogor.
- Siswomartono, D. dan Y. Sumarna. 2001. Uji Coba Pengembangan *M. bracteata* dan *A. malacencis* dalam program Hutan Rakyat. Laporan Penelitian. P3H dan KA. Bogor.
- Sumarna, Y dan E. Santoso, 2004. Rekayasa Teknik Produksi Gaharu secara Buatan (unpublish), P3HKA, Bogor.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1960. Priciple and Procedures of Statistic. McGraw Hill Book Company. Inc. New York.
- Winarno DJ. 2007. Pola Pengembangan Tanaman Kehutanan dan Perkebunan dalam Rangka Upaya Peningkatan Produktifitas Lahan. Direktorat Bina Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Jakarta.

Lampiran1. Skema tanaman gaharu di areal perkebunan kelapa sawit.



Keterangan (Remark)

- : Pohon kelapa sawit, jarak tanam 9 x 8 meter (*Oil Palm Trees; 9 x 8 spacing*)
- 2 : 2 m jarak tanaman gaharu dari pohon kelapa sawit (*2 m of spacing of gaharu from oil palm trees*)
- 3 : 3 m jarak tanaman gaharu dari pohon kelapa sawit (*3 m of spacing of gaharu from oil palm trees*)
- 4 : 4 m jarak tanaman gaharu dari pohon kelapa sawit (*4 m of spacing of gaharu from oil palm trees*)
- GM : Tumpukan limbah pelepah kelapa sawit (*oil palm waste*)

PENGARUH PEMBUKAAN TAMBAK PADA HUTAN MANGROVE TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH

Adi Kunarso, Tubagus Angga A. Syabana dan Bastoni

Balai Penelitian Kehutanan Palembang
Jl. Kol. H. Burlan Km.6,5 Puntikayu, Palembang, Sumatera Selatan
Email: adikunarso@yahoo.com

ABSTRAK

Hutan mangrove di Sumatera Selatan saat ini menghadapi ancaman kerusakan yang disebabkan terutama oleh konversi untuk tambak, permukiman dan perkebunan. Salah satu kawasan mangrove yang mengalami kerusakan cukup luas akibat pembukaan tambak yaitu di Hutan Lindung (HL) Air Telang, Kabupaten Banyuasin. Konversi mangrove untuk tambak mengakibatkan perubahan bio-fisik antara lain berupa perubahan tutupan lahan, perubahan bentang lahan dan karakteristik tanah. Untuk mengetahui perubahan karakteristik tanah, dilakukan analisis sampel tanah (0-20 cm) pada tiga penggunaan lahan yang berbeda, yaitu hutan mangrove sekunder, tambak yang baru dibuka (2 tahun), dan tambak lama yang sudah beroperasi sekitar 10 tahun. Hasil analisis sifat fisik tanah menunjukkan kandungan fraksi liat yang meningkat setelah hutan mangrove dikonversi menjadi tambak. Hasil analisis kimia tanah menunjukkan perubahan sifat kimia tanah terjadi pada pH tanah, unsur hara dan kandungan bahan organik tanah. Tingkat kemasaman tanah berubah dari sangat masam (pH 3,5) menjadi agak masam/mendekati netral (pH 5,84), karena ditunjang oleh adanya proses pengolahan tanah dasar tambak (pemupukan dan pengapuran). Pada tambak lama, kandungan unsur hara K dan P mengalami peningkatan masing-masing sebesar 500% dan 83,48% karena adanya pemupukan. Sedangkan unsur Ca mengalami peningkatan sebesar 86,13%, oleh pengapuran. Sumber bahan organik pada hutan alam berasal dari jaringan tanaman berupa akar, batang, ranting, daun, bunga dan buah sedangkan pada tambak lama berasal dari lumut yang sengaja ditumbuhkan untuk pakan ikan. Kandungan bahan organik pada kedua penggunaan lahan ini termasuk kriteria sangat tinggi, sedangkan pada tambak baru kandungan bahan organik menurun akibat hilangnya vegetasi mangrove dan lumut yang belum berkembang.

Kata kunci: Mangrove, karakteristik tanah, tambak

PENDAHULUAN

Mangrove mempunyai peranan yang penting pada ekosistem pantai yaitu sebagai habitat bagi berbagai jenis satwa, tempat berkembang biak berbagai jenis biota laut, pencegah polusi air, pengendali sedimen, penyerap karbon, dan pelindung pantai dari bencana alam seperti tsunami dan angin topan. Mangrove juga menyediakan sumber bahan pangan, energi dan obat-obatan bagi masyarakat lokal (Holguin *et al.*, 2001; Kusmana *et al.*, 2008; Kathiresan dan Rajendran, 2005; Giri *et al.*, 2011; Alongi, 2008). Luas hutan mangrove di Indonesia saat ini dilaporkan sekitar 3,2 juta ha (Giri *et al.*, 2011; Hartini *et al.*, 2009). Namun demikian, kondisi hutan mangrove di Indonesia mengalami ancaman kerusakan dan degradasi yang disebabkan antara lain oleh penebangan liar dan konversi untuk pemukiman, industri, perkebunan dan tambak. Kondisi yang sama juga terjadi pada hutan mangrove di delta-delta sungai sekitar pantai timur Sumatera Selatan.

Hutan Lindung (HL) Air Telang (± 13.000 ha), merupakan salah satu kawasan mangrove di Sumatera Selatan yang saat ini mengalami degradasi. Dari sekitar 7.000 ha hutan mangrove yang ada, sekitar 600 ha diantaranya sudah dialihfungsikan untuk pembangunan pelabuhan penyeberangan dan sarana pendukung lainnya, termasuk jalan. Sedangkan sisanya terancam oleh konversi untuk pemukiman, kebun, dan tambak. Sampai dengan tahun 2010, luas tambak diperkirakan sekitar 320 ha (Kunarso, *et al.*, 2013), dan sampai saat ini konversi untuk tambak masih terus berlangsung. Tambak-tambak tersebut dikelola oleh masyarakat baik yang sudah menetap di wilayah Muara Sungsang sejak tahun 1970-an, maupun para pendatang yang

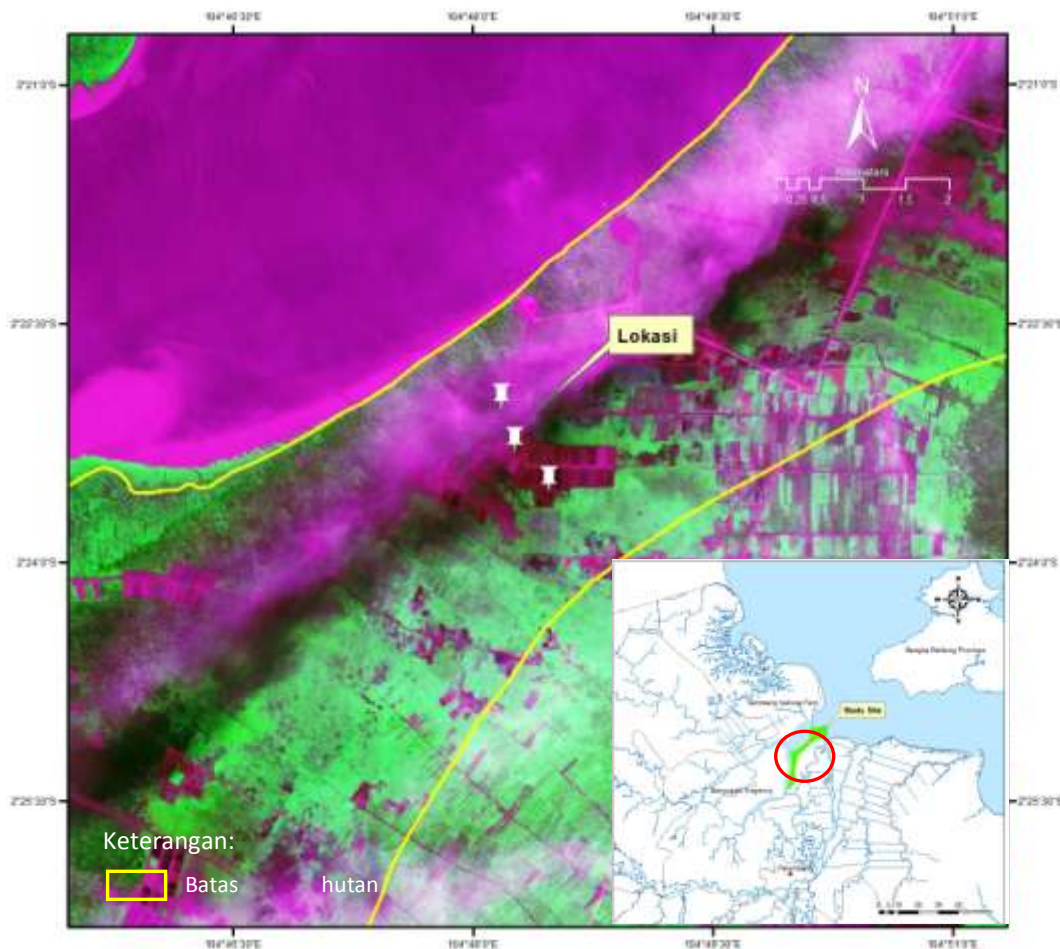
umumnya berasal dari Lampung dan Jawa. Luas pengelolaan tambak bervariasi, dari mulai satu tambak (± 2 ha) hingga mencapai puluhan tambak untuk satu kepala keluarga. Berdasarkan hasil wawancara dengan para petambak, kawasan ini mulai dibuka sekitar tahun 1999, dan memulai aktivitas/ produksi sekitar tahun 2003.

Secara global, konversi mangrove untuk tambak merupakan salah satu penyumbang terbesar kerusakan hutan mangrove (Valiela *et al.*, 2001). Rusaknya hutan mangrove akan mengakibatkan perubahan ekologi wilayah pesisir karena hilangnya tutupan hutan. Sedangkan aktivitas produksi tambak diduga akan mengakibatkan perubahan karakteristik tanah wilayah pesisir sebagai akibat dari pola budidaya dan perubahan sistem drainase (terganggunya arus pasang surut), yang akan mempengaruhi karakteristik tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauhmana perubahan karakteristik tanah akibat konversi hutan mangrove menjadi tambak. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dan pertimbangan untuk pengelolaan mangrove dimasa mendatang, serta kegiatan rehabilitasi mangrove yang sudah rusak terutama dalam pemilihan jenis yang akan ditanam.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan HL Air Telang, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada bulan Juni 2013. Lokasi penelitian merupakan kawasan mangrove dengan vegetasi penyusun antara lain jangkang (*Rhizophora* sp.), tumuk (*Bruguiera* sp.), api-api (*Avicennia* sp.), nipah (*Nypa fruticans*), buta-buta (*Excoecaria agallocha*), dan ngirih (*Xylocarpus granatum*) (Kunarso, *et al.*, 2012).



Gambar 1. Lokasi penelitian

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel tanah pada tiga penggunaan lahan yang berbeda. Sedangkan alat yang digunakan antara lain bor tanah tipe belgi, kantong plastik, kamera, dan alat tulis.

Metode Penelitian

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada tiga tipe penggunaan lahan yaitu: hutan mangrove sekunder, tambak yang baru dibuka (2 tahun), dan tambak lama yang sudah beroperasi selama lebih kurang 10 tahun. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode sistematik sampling, yaitu sebanyak lima titik sampling pada masing-masing penggunaan lahan. Sampel ini diambil dengan menggunakan bor tanah dengan kedalaman 0 – 20 cm. Sampel tanah yang dianalisis merupakan komposit dari kelima titik sampel tersebut. Analisis tanah dilakukan di laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Perubahan karakteristik tanah diketahui dengan cara membandingkan karakteristik tanah pada ketiga lokasi tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Karakteristik Tanah

Hasil analisis sampel tanah pada ketiga lokasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis sampel tanah pada ketiga penggunaan lahan

Sifat Fisik/Kimia	Hutan Mangrove Sekunder	Kriteria*	Tambak Baru (2 th)	Kriteria	Tambak Lama (10 th)	Kriteria
Tekstur						
Pasir (%)	35,19		27,35		32,01	
Debu (%)	40,91		37,98		35,71	
Liat (%)	23,90		34,67		32,28	
Kelas Tekstur		Lempung		Lempung berliat		Lempung berliat
Kemasaman						
pH H ₂ O	3,50	Sangat masam	4,62	Masam	5,84	Agak masam
Unsur hara						
K-dd (me/100 g)	0,32	Rendah	0,64	Tinggi	1,92	Sangat tinggi
P-Bray I (ppm)	11,20	Tinggi	10,00	Sedang	20,55	Sangat tinggi
Na (me/100 g)	19,03	Sangat tinggi	16,31	Sangat tinggi	32,62	Sangat tinggi
Ca (me/100 g)	3,75	Rendah	4,58	Rendah	6,98	Sedang
Mg (me/100 g)	1,18	Sedang	1,42	Sedang	0,95	Rendah
Bahan organik						
C-Org (%)	5,12	Sangat tinggi	3,59	Tinggi	5,38	Sangat tinggi
N-Total (%)	0,26	Sedang	0,21	Sedang	0,28	Sedang
C/N	19,69	Tinggi	17,10	Tinggi	19,21	Tinggi

Keterangan: * Balai Penelitian Tanah (2005)

1. Tekstur tanah

Tekstur tanah mempengaruhi jumlah air dan udara dalam tanah yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Winarso, 2005). Hasil analisis tekstur tanah menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian mempunyai fraksi kandungan pasir, debu dan liat dengan perbandingan yang relatif seimbang (Tabel 1). Namun demikian, kandungan fraksi liat pada tambak tercatat lebih tinggi dibandingkan liat di hutan mangrove. Hal ini disebabkan oleh pengaruh sedimentasi yang terjadi di dalam tambak. Adanya tanggul dan sistem pengaturan air di dalam tambak mengakibatkan terganggunya arus pasang surut, sehingga endapan liat di tanah dasar tambak tidak langsung terbawa oleh arus pasang surut. Lokasi penelitian terletak di delta Sungai Banyuasin, sehingga sedimentasi juga terjadi di hutan mangrove. Namun akibat adanya pasang surut yang berlangsung terus menerus maka kandungan fraksi liat akan dipengaruhi

oleh arus air. Adanya sedimentasi pada tambak ini didukung oleh fakta keberadaan parit yang berdekatan dengan tambak, dan menghubungkan daratan dengan sungai besar.

2. pH tanah

Hasil analisis tanah menunjukkan terjadinya perubahan pH tanah dari kondisi hutan mangrove menjadi tambak, yaitu dari kriteria sangat masam menjadi agak masam (mendekati netral). Sumber kemasaman tanah diduga berasal dari oksidasi pirit dan dekomposisi seresah. Lokasi penelitian merupakan daerah pantai yang lapisan tanahnya terbentuk dari hasil pengendapan (sedimentasi) dalam keadaan payau atau asin. Tanah tersebut umumnya mengandung bahan sulfidik (FeS_2) yang disebut pirit (Bastoni, 2013). Lahan yang mengandung pirit, apabila digali (misalnya untuk pembuatan parit), maka kondisi lingkungannya menjadi terbuka dalam suasana aerobik. Kondisi tersebut akan memicu oksidasi pirit, yang menghasilkan asam sulfat. Hal ini yang diduga menjadi sumber kemasaman pada hutan mangrove di lokasi penelitian karena adanya beberapa parit, baik lama maupun parit baru yang dibuka oleh masyarakat setempat. Sedangkan dekomposisi dari seresah dan perakaran mangrove yang mati akan meningkatkan kandungan bahan organik terutama pada lapisan tanah atas dan menjadi penyumbang kemasaman tanah.

Pada hutan mangrove yang sudah berubah fungsi menjadi tambak, kemasaman tanah berkurang disebabkan oleh aktivitas yang dilakukan untuk menetralkan pH tanah. Hal ini terkait dengan upaya produksi/budidaya ikan bandeng yang menuntut prasyarat pH mendekati netral (pH 6-7). Pada hutan yang baru dibuka dan diolah untuk tambak, sumber kemasaman tanah berkurang disebabkan oleh hilangnya sumber-sumber bahan organik akibat penebangan vegetasi mangrove dan pembakaran sisa penebangan untuk pembersihan lahan. Disamping itu, berkurangnya kemasaman tanah terutama disebabkan oleh pengapuran yang dilakukan pada saat pengolahan tanah dasar tambak sebelum penaburan benih bandeng dilakukan. Secara umum tujuan pengapuran adalah untuk menetralkan kemasaman tanah dan meningkatkan atau menurunkan ketersediaan unsur-unsur hara bagi pertumbuhan tanaman (Malherbe, 1965 dalam Hakim *et al.*, 1986). Selanjutnya Hakim *et al.* (1986) menjelaskan bahwa pemberian kapur ke dalam tanah masam akan mempengaruhi sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Pengaruh sifat kimia yang menonjol adalah naiknya kadar Ca dan pH tanah. Sedangkan pengaruhnya terhadap biologi tanah adalah meningkatnya populasi dan aktivitas jasad hidup dalam tanah. Pada tambak yang sudah beroperasi selama 10 tahun, tingkat kemasaman semakin menurun dengan nilai pH mendekati netral. Proses pengapuran dasar tambak yang dilakukan dalam kurun waktu 10 tahun telah menyebabkan berkurangnya tingkat kemasaman tanah.

3. Hara tanah

Ketersediaan unsur hara tanah (K, P, Na, Ca dan Mg) dipengaruhi oleh pH tanah. Pada pH rendah ion P akan mudah bersenyawa dengan Al, Fe atau Mn, membentuk senyawa yang tidak larut. Sedangkan pada pH tinggi ion P yang larut akan diikat oleh Ca membentuk senyawa yang tidak larut (Hakim *et al.*, 1986). Hasil analisis hara tanah pada tiga penggunaan lahan di lokasi penelitian menunjukkan kandungan kalium (K), fosfor (P) dan kalsium (Ca) mengalami peningkatan setelah pengolahan tanah selama kurun waktu 10 tahun, masing-masing sebesar 500%, 83,48% dan 86,13% dari kondisi semula pada hutan mangrove sekunder. Dalam hal ini pengapuran dan pemupukan yang dilakukan berpengaruh terhadap penambahan unsur hara tanah. Pupuk yang digunakan dalam pengolahan tanah tambak di lokasi penelitian yaitu antara lain pupuk mutiara (NPK), SP-36 dan pupuk kandang. Aktivitas ini mengakibatkan meningkatnya kandungan unsur Ca yang berasal dari pengapuran serta unsur P dan K dari pemupukan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hakim *et al.* (1986) yang menyatakan bahwa pengaruh kapur yang menonjol terhadap kimia tanah adalah berupa naiknya kadar Ca dan pH tanah, sehingga reaksi tanah mengarah ke netral.

4. Kandungan bahan organik

Kandungan bahan organik pada hutan alam termasuk sangat tinggi (5,12%). Hal ini dipengaruhi oleh vegetasi mangrove yang tumbuh cukup rapat, sehingga produksi seresah juga tinggi. Nybakken (1988) dalam Kushartono (2009) juga menyatakan bahwa kandungan bahan organik di hutan mangrove umumnya relatif tinggi. Hal ini juga sesuai dengan hasil-hasil penelitian yang dilakukan oleh Sukardjo (1994), Kusumahadi (2008) dan Kushartono (2009) yang menyatakan bahwa kandungan bahan organik pada ekosistem mangrove di beberapa tempat di Indonesia termasuk dalam kategori tinggi. Sumber bahan organik adalah jaringan tanaman berupa akar, batang, ranting, daun, bunga dan buah. Sistem akar tunjang (*Rhizophora* sp) dan lutut (*Bruguiera* sp) yang banyak dijumpai di lokasi penelitian berkontribusi menahan daun-daunan dan bagian tumbuhan yang lain dari hempasan ombak, sehingga sumber-sumber bahan organik tersebut tidak terbawa

oleh arus pasang. Tingginya kandungan bahan organik ini juga dicirikan oleh warna tanah yang cenderung gelap yang menandakan kandungan bahan organik. Tingginya kandungan bahan organik di lokasi penelitian salah satunya dicirikan oleh substrat lumpur halus terdiri dari kandungan fraksi debu dan liat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sukardjo (1994).

Pembukaan hutan mangrove untuk tambak akan berpengaruh terhadap kandungan bahan organik tanah. Hilangnya sumber-sumber bahan organik dari vegetasi mangrove mengakibatkan berkurangnya unsur C-organik dalam tanah. Hal ini terlihat dari kandungan bahan organik yang ada pada hutan mangrove yang 2 tahun baru dibuka untuk tambak, dimana kandungan C-organiknya lebih rendah dibandingkan hutan mangrove. Pada tambak yang sudah beroperasi selama 10 tahun, suplay bahan organik berasal tumbuhan lumut di dasar tambak yang sengaja ditumbuhkan sebagai sumber pakan bandeng. Lumut ini sengaja ditumbuhkan dengan memberikan pupuk pada saat pengolahan tanah sebelum penaburan benih. Sehingga kandungan bahan organik di lapisan tanah atas pada tambak ini tercatat sangat tinggi (5,38%).

Implikasi Pengelolaan

Gangguan utama yang terjadi pada hutan mangrove di HL Telang adalah konversi mangrove untuk tambak. Pembukaan tambak ini telah mengubah kondisi biofisik kawasan berupa perubahan tutupan lahan, perubahan kondisi bentang lahan, dan perubahan kondisi tanah. Perubahan karakteristik tanah berupa sifat fisik dan kimia tanah berlangsung secara berangsur-angsur dalam kurun waktu yang relatif lama. Dalam hal kegiatan rehabilitasi yang akan dilakukan kedepan, perubahan karakteristik tanah yang terjadi sejauh ini diperkirakan belum mengakibatkan kendala yang berarti dari sisi pemilihan jenis. Lokasi penelitian merupakan zona tengah dari ekosistem mangrove yang didominasi oleh jenis jangkang (*Rhizophora* sp.) dan tumuk (*Bruguiera* sp.). Sementara itu menurut Kusmana, *et al.* (2008) jenis-jenis tersebut umumnya mempunyai kisaran yang lebar dalam hal kesesuaian terhadap kondisi tanah. *Rhizophora* sp umumnya tumbuh baik pada kondisi tanah berlumpur, lumpur berpasir hingga lumpur dalam dengan rentang salinitas yang lebar, pinggir sungai, dan menempati zona pinggir laut sampai zona tengah. Sedangkan jenis-jenis *Bruguiera* sp tumbuh baik pada tanah lumpur berlempung dengan salinitas rendah dan menempati zona tengah sampai pedalaman (Kusmana, *et al.*, 2008; Saparinto, 2007). Hasil penelitian Jesus (2012) menunjukkan bahwa pada tanah dengan nilai pH berkisar 8 – 8,5, kerapatan mangrove masih cukup tinggi dan didominasi oleh jenis *R. apiculata* dan *Sonneratia* sp. Sedangkan jenis *B. cylindrica* juga ditemukan dengan kerapatan yang rendah. Sehingga jenis *Rhizophora* sp dan *Bruguiera* sp diperkirakan masih adaptif terhadap perubahan karakteristik tanah yang sejauh ini terjadi di lokasi penelitian.

Kendala yang mungkin dihadapi dalam upaya rehabilitasi sebagai akibat dari pembukaan dan operasional tambak adalah potensi pirit yang timbul saat penggalian parit dan penjemuran dasar tambak saat pengolahan tanah tambak. Terhambatnya aliran air akibat dibangunnya tanggul sebagai pembatas tambak, juga akan menyebabkan gangguan terhadap perkembangan tanaman. Terhambatnya sistem drainase ini akan mengakibatkan proses pencucian pirit menjadi terganggu dan membahayakan perkembangan tanaman karena secara alami mangrove membutuhkan air pasang surut untuk mendukung pertumbuhannya.

KESIMPULAN

Konversi hutan mangrove menjadi tambak terutama telah merubah sifat kimia tanah. Namun demikian dalam kaitannya dengan kegiatan rehabilitasi yang mungkin akan dilakukan kedepan, perubahan karakteristik tanah yang terjadi sejauh ini diperkirakan belum mengakibatkan kendala yang berarti dari sisi pemilihan jenis. Hal ini disebabkan karena jenis-jenis yang ada di lokasi penelitian terutama jenis yang dominan yaitu *Rhizophora* sp dan *Bruguiera* sp, mempunyai kisaran yang lebar dalam hal kesesuaian terhadap kondisi tanah. Kendala yang mungkin dihadapi dalam upaya rehabilitasi tambak adalah potensi pirit yang timbul saat penggalian parit dan pengolahan tanah dasar tambak serta terhambatnya sistem drainase yang akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada Sairun dan Karsani yang telah membantu dalam proses pengambilan sampel tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D. M. 2008. Mangrove Forests: Resilience, Protection from Tsunami and Responses to Global Climate Change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 26 (2008) 1 – 13
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Bastoni, 2013. Karakteristik dan Pemanfaatan Lahan Sulfat Masam yang Dikelola Dengan Pola Agrosilvofishery di Sumatera Selatan. Prosiding Seminar Hasil Penelitian. Integrasi IPTEK dalam Kebijakan dan Pengelolaan Hutan Tanaman di Sumatera Bagian Selatan. Palembang, 2 Oktober 2013. Puslitbang Peningkatan Produktivitas Hutan. Bogor.
- Giri C., E. Ochieng, L.L. Tiesen, Z. Zhu, A. Singh, T. Loveland, J. Masek dan N. Duke. 2011. Status and Distribution of Mangrove Forests of the World Using Earth Observation Satellite Data. *Global Ecology and Biogeography* (2011) 20, 154-159
- Hakim N, M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. R. Saul, M. A. Diha, G. B. Hong, H.H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Lampung.
- Hartini, S., Guridno Bintar Saputro, M. Yulianto, Suprajaka. 2010. Assessing the Used of Remotely Sensed Data for Mapping Mangroves Indonesia. SELECTED TOPICS in POWER SYSTEMS and REMOTE SENSING. In 6th WSEAS International Conference on REMOTE SENSING (REMOTE '10), Iwate Prefectural University, Japan. October 4-6, 2010; pp. 210-215.
- Holguin G., P. Vazquez, Y. Bashan. 2001. The Role of Sediment Microorganisms in the Productivity, Conservations and Rehabilitation of Mangrove Ecosystem: An Overview. *Biol Fertile Soils* (2001) 33:265-278
- Jesus, A. D. 2012. Kondisi Ekosistem Mangrove di Sub District Liquisa Timor-Leste. *Depik*, 1 (3): 136-143
- Kathiresan K., dan N. Rajendran. 2005. Coastal Mangrove Forest Mitigated Tsunami. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 65 (2005) 601-606
- Kunarso, A., Bastoni dan R. D. Prakosa. 2012. Preliminary Assesment of Mangrove Forest and Its Rehabilitation Option in Delta Telang, South Sumatra, Indonesia. Proceeding of the 1st ASEAN Congress on Mangrove Research and development. December 2012. Manila, Philippines. Department of Environment and Natural Resources – Ecosytem Research and Development Bureau (DENR-ERDB), Philippines.
- Kunarso, A., Bastoni, dan Fatahul Azwar. 2013. Laporan Kegiatan Penelitian Teknik Rehabilitasi Mangrove pada Delta Terdegradasi di Sumatera Selatan. Balai Penelitian Kehutanan Palembang. Tidak diterbitkan.
- Kushartono, E W. 2009. Beberapa Aspek Bio-Fisik Kimia Tanah di Daerah Mangrove Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang. *Ilmu Kelautan*. Juni 2009 vol. 14 (2): 76-83
- Kusumahadi K. S. 2008. Watak dan Sifat Tanah Areal Rehabilitasi Mangrove Tanjung Pasir, Tangerang. *Vis Vitalis*, Vol. 01 No. 1, Tahun 2008.
- Kusmana, C., Istomo, Cahyo Wibowo. 2008. Manual Silvikultur Mangrove di Indonesia. Kerjasama Departemen Kehutanan RI dan Korea Internatioanl Cooperation Agency (KOICA).
- Saparinto C. 2007. Pendayagunaan Ekosistem Mangrove. Dahara Prize. Semarang
- Sukardjo S. 1994. Soils in the Mangrove Forests of the Apar Nature Reserve, Tanah Grogot, East Kalimantan, Indonesia. *Southeast Asian Studies*, Vol. 32, No. 3, Desember 1994
- Valiela, I., J. L. Bowen dan J. K. York., 2001. Mangrove Forest: One of the World's Threatened Major Tropical Environments. American Institute of Biological Sciences. <http://bioscience.oxfordjournals.org> diunduh pada tanggal 1 Oktober 2014.
- Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah. Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Penerbit Gava Media. Yogyakarta.

LAJU INFILTRASI PADA BERBAGAI TEGAKAN DI KHDTK KEMAMPO SUMATERA SELATAN

Tubagus Angga A. Syabana^{1*} dan Adi Kunarso²

^{1,2}Balai Penelitian Kehutanan Palembang
Jl. Kol. H. Burlan Km.6,5 Puntikayu, Palembang, Sumatera Selatan
*Email : angga.tubagus@gmail.com

ABSTRAK

Infiltrasi merupakan salah satu proses yang penting dalam siklus hidrologi. Proses infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, karakteristik tanah, vegetasi dan pengolahan/pengelolaan tanah/lahan. Keberadaan tanaman dapat memperbesar kapasitas infiltrasi tanah karena adanya perbaikan sifat fisik tanah. Kayu bawang (*Azadirachta excelsa* Jack), bambang lanang (*Michelia champaca*) dan sungkai (*Peronema canescen* Jack) merupakan jenis-jenis tanaman unggulan lokal yang mempunyai potensi untuk dikembangkan secara luas. Belum banyak data tersedia mengenai pengaruh tanaman unggulan lokal tersebut terhadap aspek hidrologi khususnya infiltrasi, sehingga informasi infiltrasi ini penting untuk dikaji agar dalam pengembangan jenis ini tidak menimbulkan permasalahan hidrologi. Pengukuran infiltrasi dilakukan pada beberapa tegakan yaitu tegakan sungkai umur 1 dan 3 tahun, kayu bawang umur 3 tahun, tegakan campuran bambang lanang - karet (*Hevea brasiliensis*) dan lahan baru dibuka di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Kemampo, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Pengukuran menggunakan *single ring infiltrometer* dan besarnya laju infiltrasi dihitung menggunakan metode Horton. Hasil pengukuran infiltrasi menunjukkan bahwa laju infiltrasi tertinggi terjadi pada lahan baru dibuka sebesar 3,53 cm/jam dan yang terendah pada tegakan sungkai umur 3 tahun sebesar 0,59 cm/jam.

Kata kunci : infiltrasi, karakteristik tanah, tanaman unggulan lokal, KHDTK Kemampo

PENDAHULUAN

Salah satu proses dalam siklus hidrologi adalah peristiwa masuknya air ke dalam permukaan tanah yang disebut infiltrasi. Infiltrasi merupakan salah satu proses yang penting dalam siklus hidrologi, karena hal tersebut menandai peralihan dari air aliran permukaan yang bergerak cepat masuk ke dalam tanah yang bergerak lambat (Lee, 1990).

Laju infiltrasi adalah banyaknya air persatuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah, dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam (Arsyad, 2006). Pemahaman mengenai infiltrasi yang terjadi serta faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen air dan tata guna lahan yang lebih efektif (Asdak, 2007 dalam Wirosoedarmo, 2009).

Jenis tanah, sifat fisik tanah, vegetasi, tumbuhan bawah dan pengolahan/pengelolaan tanah/lahan merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi infiltrasi. Keberadaan tanaman dapat memperbesar kapasitas infiltrasi tanah karena adanya perbaikan sifat fisik tanah seperti pembentukan struktur dan peningkatan porositas (Suprayogo *et al.*, 2003).

Kayu bawang (*Azadirachta excelsa* Jack), bambang lanang (*Michelia champaca*), sungkai (*Peronema canescen* Jack) merupakan jenis-jenis tanaman unggulan lokal yang menjadi fokus utama penelitian di BPK-Palembang selama 5 tahun terakhir. Penelitian yang selama ini berjalan lebih banyak kepada aspek-aspek silvikultur dan belum banyak data tersedia mengenai pengaruh tanaman tersebut terhadap aspek hidrologi khususnya infiltrasi. Mengingat jenis-jenis tersebut mempunyai potensi untuk dikembangkan secara luas, maka informasi infiltrasi ini penting untuk dikaji dan diketahui dari umur tanaman yang muda agar dalam pengembangan jenis ini terutama diluar habitat aslinya tidak menimbulkan permasalahan hidrologi seperti menurunnya hasil air dan kualitas air suatu DAS, serta erosi dan tanah longsor.

Tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh informasi infiltrasi pada beberapa tegakan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Kemampo. Informasi infiltrasi pada setiap tegakan diperlukan sebagai data awal/dasar dalam tata kelola pemanfaatan tanah/lahan di KHDTK Kemampo pada khususnya.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi

Pengamatan dilakukan pada bulan Juli 2013 di KHDTK Kemampo, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. KHDTK Kemampo merupakan salah satu kawasan yang ditetapkan secara khusus dipergunakan untuk tujuan penelitian dan pengembangan dibidang kehutanan (Balai Penelitian Kehutanan Palembang, 2012). Berbagai kegiatan penelitian dilakukan di KHDTK Kemampo, beberapa diantaranya seperti uji coba skala plot tanaman sungkai, kayu bawang, tegakan pola campuran bambang lanang dan karet (*Hevea brasiliensis*).

Pengumpulan Data

Pengukuran infiltrasi dilakukan di beberapa tegakan yaitu, sungkai umur 1 tahun, sungkai umur 3 tahun, kayu bawang umur 3 tahun, tegakan campuran bambang lanang – karet umur 6 bulan dan lahan yang baru dibuka. Pengukuran menggunakan *single ring infiltrometer* yang ditanamkan sedalam 5 – 10 cm ke dalam tanah. Pengukuran laju infiltrasi dilakukan dengan interval waktu 5 hingga 10 menit.

Karakteristik tanah dari hasil analisis sampel tanah tidak terganggu dan sampel tanah terganggu. Sampel tanah tidak terganggu diambil menggunakan ring sampler untuk mengetahui bobot isi tanah, sedangkan sampel tanah terganggu (komposit) untuk mengetahui kandungan C organik dan tekstur tanah.

Pengolahan Hasil

Data yang telah diperoleh kemudian dihitung menggunakan metode Horton. Model persamaan kurva kapasitas infiltrasi (Infiltration Capacity Curve, IC - Curve) yang dikemukakan Horton adalah sebagai berikut :

$$f = f_c + (f_o - f_c)e^{-Kt} \dots\dots\dots \text{(Horton, 1939 dalam Asdak, 1995)}$$

Keterangan :

f = kapasitas infiltrasi pada saat t (cm/jam)	K = konstanta
f_c = besarnya infiltrasi saat konstan (cm/jam)	t = waktu
f_o = besarnya infiltrasi saat awal (cm/jam)	e = 2,718

Untuk memperoleh nilai konstanta K untuk melengkapi persamaan kurva kapasitas infiltrasi, maka persamaan Horton diolah sebagai berikut :

$$f = f_c + (f_o - f_c) e^{-Kt}$$

$$f - f_c = (f_o - f_c) e^{-Kt}$$

dilogaritmakan sisi kiri dan kanan,

$$\log (f - f_c) = \log (f_o - f_c) e^{-Kt} \text{ atau}$$

$$\log (f - f_c) = \log (f_o - f_c) - Kt \log e$$

$$\log (f - f_c) - \log (f_o - f_c) = - Kt \log e$$

maka,

$$t = (-1/(K \log e)) [\log (f - f_c) - \log (f_o - f_c)]$$

$$t = (-1/(K \log e)) \log (f - f_c) + (1/(K \log e)) \log (f_o - f_c)$$

Menggunakan persamaan umum liner, $y = m X + C$, sehingga :

$$y = t$$

$$m = -1/(K \log e)$$

$$X = \log (f - f_c)$$

$$C = (1/K \log e) \log (f_o - f_c)$$

Mengambil persamaan,

$$m = -1/(K \log e), \text{ maka}$$

$$K = -1/(m \log e) \text{ atau,}$$

$$K = -1/(m \log 2,718) \text{ dimana } m = \text{gradient}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

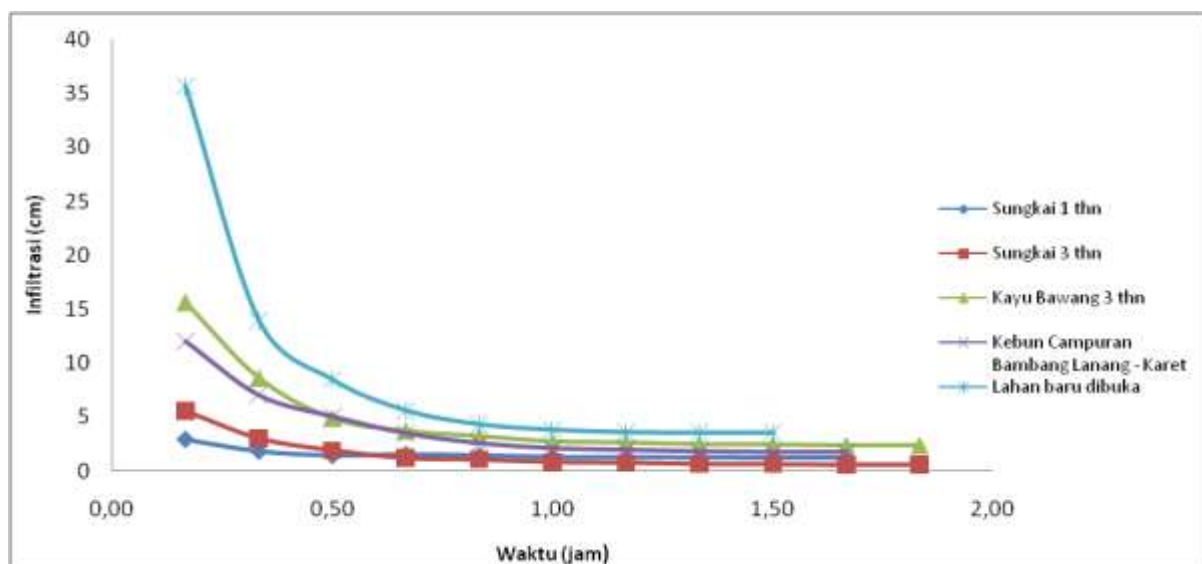
Laju Infiltrasi Tanah

Hasil pengukuran laju infiltrasi disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1 berikut ini.

Tabel 1. Laju infiltrasi pada berbagai tegakan di KHDTK Kemampo.

Tegakan	Laju infiltrasi (cm/jam)	Kategori *)
Sungkai umur 1 tahun	1,18	Agak lambat
Sungkai umur 3 tahun	0,59	Agak lambat
Kayu bawang umur 3 tahun	2,35	Sedang
Tegakan campuran bambang lanang – karet	1,76	Agak lambat
Lahan baru dibuka	3,53	Sedang

*) Sumber : Landon (1984).



Gambar 1. Laju Infiltrasi Horton pada berbagai tegakan di KHDTK Kemampo.

Tegakan Sungkai 1 thn : $k = 1,94$; $f_0 = 2,87$ cm/jam; $f_c = 1,18$ cm/jam, Tegakan Sungkai 3 thn : $k = 1,57$; $f_0 = 5,57$ cm/jam; $f_c = 0,59$ cm/jam, Tegakan Kayu Bawang 3 thn : $k = 1,88$; $f_0 = 15,68$ cm/jam; $f_c = 2,35$ cm/jam, Tegakan campuran BL - Karet : $k = 2,09$; $f_0 = 12,04$ cm/jam; $f_c = 1,76$ cm/jam, Lahan baru dibuka : $k =$; $f_0 = 35,70$ cm/jam; $f_c = 3,53$ cm/jam.

Lahan baru dibuka memiliki laju infiltrasi tertinggi sedangkan laju infiltrasi terendah terjadi pada tegakan sungkai umur 3 tahun. Dalam kelas kategori infiltrasi, lahan baru dibuka dan tegakan kayu bawang masuk dalam kategori sedang, sementara sungkai umur 1 dan 3 tahun serta tegakan campuran bambang lanang - karet masuk kedalam kategori agak lambat (Tabel 1).

Pada Gambar 1 dapat dilihat laju infiltrasi pada lahan baru dibuka mulai konstan pada waktu setelah 1,33 jam dengan laju infiltrasi 3,53 cm/jam, lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang sudah ditanami tanaman kayu. Hal ini karena lahan tersebut merupakan bekas hutan sekunder yang dipersiapkan untuk tanaman baru sehingga masih memiliki tekstur dan struktur tanah yang baik dan belum mengalami pemadatan serta mempunyai bahan organik yang lebih tinggi. Hasil pengamatan di lapangan kondisi struktur tanah di lahan yang baru dibuka lebih remah dengan tekstur lebih kasar dibandingkan dengan lahan lainnya yang memiliki tekstur tanah lebih halus, ini mengindikasikan bahwa tanah pada lahan baru dibuka mempunyai pori yang lebih besar sehingga laju infiltrasi pada lahan baru dibuka lebih tinggi jika dibandingkan dengan lahan lainnya. Tanah bertekstur halus memiliki kandungan liat yang tinggi dapat menyebabkan tanah tersuspensi oleh butiran-butiran air hujan yang jatuh menyimpannya sehingga pori-pori akan tersumbat dan berkurang jumlahnya, hal ini mengakibatkan laju infiltrasi akan menurun (Arsyad, 1989). Tanah liat juga memiliki kemampuan menahan air yang tinggi, akibatnya dapat menghambat lalu lintas air sehingga

mengurangi laju infiltrasi (Supangat, 2010). Selain itu, Hanafiah (2005) menyebutkan semakin tinggi nilai bahan organik, berarti semakin remah struktur tanahnya, sehingga lebih mudah dalam meloloskan air.

Laju infiltrasi pada tegakan kayu bawang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tegakan sungkai umur 1 dan 3 tahun serta tegakan campuran bambang lanang - karet. Salah satu faktor penyebabnya yaitu kayu bawang umur 3 tahun mempunyai tutupan tajuk yang lebih lebar dibandingkan tegakan lainnya sehingga mampu meredam energi kinetis air hujan. Hal ini sesuai dengan Kartasapoetra (1989) yang menyebutkan bahwa tajuk yang lebar dan rapat melindungi permukaan tanah dari benturan langsung butiran-butiran air hujan yang dapat merusak struktur tanah dan mengakibatkan pemadatan pada tanah. Selanjutnya Sarief (1989) menyatakan bahwa semakin tinggi kepadatan tanah, maka infiltrasi akan semakin kecil.

Karakteristik Tanah

Karakteristik tanah yang diamati yaitu bobot isi tanah, kandungan C organik tanah dan tekstur tanah. Hasil analisis laboratorium karakteristik tanah pada tegakan yang diamati disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik tanah pada berbagai tegakan di KHDTK Kemampo

Karakteristik tanah	Tegakan				
	Sungkai umur 1 thn	Sungkai umur 3 thn	Kayu bawang umur 3 thn	Bambang lanang-Karet	Lahan baru dibuka
Bobot isi (gr/cm ³)	1,15	1,24	1,10	1,15	1,08
C-org (%)	1,83	1,79	1,87	-	2,21
	Rendah ^{*)}	Rendah ^{*)}	Rendah ^{*)}		Sedang ^{*)}
Tekstur	Lempung berliat	Lempung berliat	Lempung	Lempung berliat	Lempung berpasir

^{*)}Sumber : Balai Penelitian Tanah (2005).

Bobot isi tanah terendah terdapat pada lahan baru dibuka, sedangkan tertinggi pada tegakan sungkai umur 3 tahun. Bobot isi tanah merupakan petunjuk kepadatan tanah, makin padat suatu tanah makin tinggi bobot isi tanah, yang berarti makin sulit meneruskan air atau menembus akar tanaman. Peningkatan nilai bobot isi tanah ditandai dengan penurunan porositas tanah. Hal ini menyebabkan tanah menjadi mampat karena ruang pori berkurang. Berkurangnya ruangan pori makro mengakibatkan penurunan masuknya air kedalam tanah, penurunan kapasitas menahan air dan kemampuan tanah untuk melewatkan air (Widianto, 2003).

Kandungan bahan organik pada lahan baru dibuka lebih tinggi dibandingkan dengan tegakan lainnya, dimana pada lahan baru dibuka kandungan organiknya masuk dalam kategori sedang dan pada tegakan lain masuk dalam kategori rendah (Tabel 2). Semakin tinggi kandungan bahan organik dalam tanah, kondisi fisik tanah menjadi lebih baik bagi laju penurunan air ke dalam tanah. Menurut Pidwirny (2006) dalam Supangat (2010), bahan organik tanah memperbaiki struktur tanah, baik langsung atau tidak langsung.

Tekstur tanah berhubungan erat dengan keadaan pori tanah dimana semakin banyak pori-pori besar maka kapasitas infiltrasi makin besar pula. Tanah bertekstur liat kaya akan pori halus dan miskin akan pori besar, pori halus dapat menghambat masuknya air kedalam tanah. Semakin halus tekstur tanah maka kadar liat akan semakin tinggi kemampuan tanah untuk menjerap air lebih lama karena pori-porinya lebih kecil, sebaliknya semakin besar pori-pori tanah maka kemampuan tanah menjerap air akan semakin kecil (Rusdiana, 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Waktu yang diperlukan untuk mencapai infiltrasi konstan, memiliki kecenderungan yang hampir sama pada sungkai umur 1 tahun, sungkai umur 3 tahun, kayu bawang umur 3 tahun, tegakan campuran bambang lanang – karet umur 6 bulan dan lahan baru dibuka di KHDTK Kemampo, namun laju infiltrasi pada lahan baru dibuka lebih cepat dibandingkan lahan dengan tegakan lainnya. Hal tersebut terjadi karena perbedaan karakteristik tanah dan kondisi tegakan.

Saran

Perlu dilakukan pengukuran infiltrasi secara berkesinambungan agar dapat diketahui pengaruh umur dan pertumbuhan tanaman setiap tahunnya terhadap infiltrasi pada khususnya dan tata air pada umumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Eka Wahyu Wijayanto dan Pormansyah yang telah membantu dalam pengamatan dan pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. Pengawetan Tanah dan Air. Penerbit IPB. Bogor
- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor
- Asdak, C. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Balai Penelitian Kehutanan Palembang. 2012. Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Kemampo. Balai Penelitian Kehutanan Palembang. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan. Palembang.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Hardiyatmo, H.C. 2006. Penanganan, Pengamanan Tanah Longsor dan Erosi. Edisi Pertama. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Kartasapoetra, A.G. 1989. Kerusakan Tanah Pertanian dan Usaha Untuk Merehabilitasinya. Bina Aksara. Jakarta.
- Landon, J.R. 1984. Booker Tropical Soil Manual. Longman Inc. New York
- Lee, R. 1990. Hidrologi Hutan ; diterjemahkan oleh Sentot Subagio ; editor Soenardi Prawirohatmojo. Cetakan kedua. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Rusdiana, O dan Rinal S.L. 2012. Pendugaan Korelasi antara Karakteristik Tanah terhadap Cadangan Karbon (Carbon Stock) pada Hutan Sekunder. Jurnal Silvikultur Tropika Vol. 03 No. 01 April 2012, Hal 14 – 21.
- Sarief, E.S. 1989. Fisika – Kimia Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.
- Supangat, Agung B., dan Pamungkas B.P. 2010. Kajian Infiltrasi Tanah Pada Berbagai Tegakan Jati (*Tectona Grandis* L.) Di Cepu, Jawa Tengah. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Vol. VII No.2 149-159. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi. Bogor.
- Suprayogo, D., Widiyanto, Purnomosidi, P. Widodo dan R.H. Rusiana. 2003. Degradasi Sifat Fisik Tanah Sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Kopi Monokultur: Kajian Perubahan Makroporositas Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Widiyanto, *et al.* 2003. Fungsi dan Peran Agroforestri. World Agroforestry Center (ICRAF) Southeast Asia Regional Office, Bogor.
- Winanti, T. 1996. Pekarangan Sebagai Media Peresapan Air Hujan Dalam Upaya Pengelolaan Sumberdaya Air, Makalah disajikan dalam *Konferensi Nasional Pusat Studi Lingkungan BKPSL*, Tanggal 22-24 Oktober 1996 di Universitas Udayana, Denpasar Bali.
- Wirosoedarmo, R., Bambang S., dan Wulan R.H. 2009. Evaluasi Laju Infiltrasi Pada Beberapa Penggunaan Lahan Menggunakan Metode Infiltrasi Horton di Sub DAS Coban Rondo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 10 No. 2 (Agustus 2009); 88 – 96.

DINAMIKA BUDIDAYA TANAMAN OLEH MASYARAKAT PADA LAHAN KAWASAN HUTAN LINDUNG DI WILAYAH PROVINSI BENGKULU DALAM Mendukung Pembangunan Hutan Kemasyarakatan BERBASIS AGROFORESTRI KARET

Siswahyono¹, Prasetyo², E. Apriyanto³, A. Susatya⁴

^{1,3,4}Jurusan Kehutanan Universitas Bengkulu

² Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Bengkulu

e-mail :wahyono91@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan pada kawasan Hutan Lindung Rindu Hati yang berdekatan dengan Desa Tanjung Heran Kabupaten Bengkulu Tengah dan Hutan Produksi Terbatas Bukit Badas (HPT Bukit Badas) yang berdekatan dengan Desa Talang Empat Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu. Lokasi penelitian kedua kawasan hutan tersebut telah diusulkan oleh pemerintah kabupaten masing-masing menjadi program pengembangan Hutan Kemasyarakatan (HKm) ke Kementerian Kehutanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses terjadinya perambahan oleh masyarakat dan mengetahui dinamika jenis-jenis tanaman yang dibudidayakan oleh perambah, yang diharapkan dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam kegiatan rehabilitasi hutan. Metode Survei digunakan, dengan melakukan pengamatan lapang dan wawancara semi terstruktur terhadap 25 responden yang dipilih secara acak. Responden merupakan anggota masyarakat yang menggarap lahan kawasan hutan lindung yang diusulkan menjadi HKm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilikan lahan milik yang sempit (< 1 ha) dan produktivitasnya rendah, telah mendorong 60% responden di Desa Tanjung Heran melakukan perambahan hutan lindung yang dipandang subur sehingga tidak membutuhkan pupuk dalam budidaya tanamannya. Tanaman kopi merupakan jenis tanaman utama yang dibudidayakan oleh responden pada awal perambahannya. Terjadi penurunan produktivitas seiring bertambahnya umur tanaman kopi dan menurunnya kesuburan alami lahan. Kondisi ini menuntut peremajaan/penggantian jenis tanaman atau diberakan (suksesi agar subur kembali). Lokasi permukiman (desa) yang dekat dan bisa dijangkau setiap hari pergi-pulang oleh para responden menunjukkan tanaman karet dari biji dipilih untuk menggantikan tanaman kopi. Dengan demikian, jenis tanaman karet sebagai MPTS dapat dijadikan sebagai komponen utama dalam kegiatan rehabilitasi hutan agar fungsi pohon penyusun hutan dapat diwujudkan dalam mendukung upaya peningkatan kesejahteraan, konservasi dan kelestarian kawasan hutan lindung.

Kata kunci : perambahan, penurunan produktivitas, rehabilitasi hutan

PENDAHULUAN

Hutan lindung merupakan salah satu kawasan yang menjadi prioritas dalam kegiatan rehabilitasi hutan di Indonesia. Sebagai kawasan yang mempunyai fungsi utama untuk mengatur tata air (hidro-orologi), mencegah banjir, erosi dan tanah longsor, keutuhan penutupan lahan kawasan hutan lindung sangat penting untuk dijaga kelangsungannya. Kondisi topografi kawasan hutan lindung di wilayah Provinsi Bengkulu umumnya berbukit hingga curam dan terletak di gugusan pegunungan Bukit Barisan Selatan.

Kerusakan hutan lindung di wilayah Provinsi Bengkulu dilakukan dalam bentuk pencurian kayu dan perambahan. Hasil studi Siswahyono (2006 dan 2008) menunjukkan bahwa pencurian kayu dari kawasan hutan lindung dilakukan masyarakat sekitar hutan ketika datang musim paceklik. Musim paceklik terjadi akibat ketiadaan aktivitas bertani di lahan miliknya, sedangkan lapangan kerja di luar sektor pertanian di desa sekitar hutan tidak tersedia. Oleh karenanya, masyarakat yang memiliki hasil pertanian kurang mencukupi kebutuhan keluarganya menjadi tenaga pengangkut kayu dari dalam kawasan hutan menuju ke desa.

Budidaya lahan dalam kawasan hutan yang dirambah mencerminkan bahwa masyarakat perambah membutuhkan sumber pendapatan untuk melangsungkan kehidupannya. Namun demikian, tidak semua jenis tanaman yang dibudidayakan mempunyai kemampuan berfungsi seperti fungsi pohon dalam ekosistem hutan.

Peralihan paradigma pengelolaan hutan menuju pengelolaan bersama masyarakat, mendorong Pemerintah merencanakan kawasan hutan di Bengkulu untuk dikelola dengan **Model Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKm)**. Anonim (2011) menyebutkan proyeksi pengembangan hutan kemasyarakatan selama lima tahun ke depan seluas 150.000 ha yang dimulai pada tahun 2012. Luas kawasan hutan yang telah ditetapkan sebagai hutan kemasyarakatan seluas lebih kurang 2.100 ha (telah memperoleh Ijin Usaha Pemanfaatan Hutan Kemasyarakatan (IUPHKm) dari Pemerintah Kabupaten Kepahyang dan Kabupaten Rejang Lebong). Program pengembangan yang telah memperoleh IUPHKm tersebut dirintis mulai tahun 1999-2000 ternyata “gagal” karena pemilihan jenis tanaman unggulan kurang sesuai dengan kondisi sosial-ekonomi-budaya masyarakat dan karakteristik tempat tumbuh setempat. Martha (2012) melaporkan, pohon kemiri sebagai tanaman unggulan HKm saat itu, banyak ditebangi karena tidak memberikan keuntungan ekonomi bagi para petani pemegang IUPHKm. Pada akhirnya masyarakat pemegang IUPHKm kembali pada tanaman kopi sebagai komoditas di lahan kelola HKmnya.

Perilaku masyarakat pemegang IUPHKm yang kembali ke tanaman kopi sangat bertentangan dengan fungsi kawasan hutan yang diemban oleh lahan HKm yaitu sebagai pengatur hidro-orologis. Budidaya tanaman kopi membutuhkan bersihnya lahan sehingga akan meningkat erosi aliran air permukaan saat terjadinya hujan dan makin tidak subur seiring bertambahnya waktu pengusahaannya. Dan karenanya, masyarakat akan membuka lahan hutan yang baru lagi dan semakin meningkat jumlah lahan hutan yang rusak. Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*, Muell arg. Merupakan alternative tanaman yang dapat dibudidayakan di areal hutan yang dapat memenuhi tuntutan kebutuhan masyarakat, maupun memenuhi tuntutan sebagai kawasan yang harus tetap dijaga kelestariannya (Santoso, 2012).

Dengan demikian sangat penting untuk mengidentifikasi jenis tanaman yang telah dibudidayakan oleh para perambah dan kemungkinan menggantikan tanaman yang kurang membawa manfaat dalam konservasi dengan tanaman yang sesuai serta lebih ramah lingkungan. Sebagai salah satu bentuk adaptasi, pemilihan jenis tanaman yang dibudidayakan masyarakat perambah senantiasa dinamis sesuai dengan pengetahuan perambah, keadaan fisik lahan dan tuntutan pasar.

Tujuan Penelitian

1. Memperoleh informasi bentuk-bentuk budidaya tanaman yang dilakukan oleh masyarakat perambah pada kawasan hutan lindung Bukit Daun khususnya pada areal yang diusulkan menjadi kawasan Hutan Kemasyarakatan (HKm) sekitar Desa Tanjung Heran, Kecamatan Taba Penanjung Kabupaten Bengkulu Tengah
2. Mengetahui kondisi sosial ekonomi para perambah pada kawasan hutan lindung Bukit Daun khususnya pada areal yang diusulkan menjadi kawasan Hutan Kemasyarakatan.
3. Mengetahui pertumbuhan awal tanaman karet klon unggul yang ditanam di kawasan HKm.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan pertimbangan kepada pemangku kawasan (khususnya Dinas Kehutanan Bengkulu Tengah) terkait dengan perumusan kebijakan dalam pengembangan HKm di wilayah kerjanya dan penanganan masalah perambahan. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan masukan kepada semua *stakeholder* dalam menyusun rencana pengembangan HKm di masa yang akan datang serta dalam menyusun strategi pemberdayaan masyarakat dan upaya percepatan peningkatan ekonomi wilayah di Provinsi Bengkulu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di bagian kawasan hutan lindung Bukit Daun yang diusulkan oleh masyarakat Desa Tanjung Heran Kecamatan Taba Penanjung Kabupaten Bengkulu Tengah menjadi Hutan Kemasyarakatan (HKm). Luas kawasan hutan lindung yang diusulkan menjadi HKm oleh masyarakat Desa Tanjung Heran sebesar 406 Hektar.

Metode survey digunakan dalam penelitian ini. Responden dalam penelitian ini dipilih secara purposive, dimana semua perambah aktif yang berada dalam kawasan hutan lindung yang diusulkan menjadi HKm di Desa Tanjung Heran menjadi responden. Jumlah responden berjumlah 25 orang (kepala keluarga).

Jenis data dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua jenis :data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung di lapangan, baik melalui pengamatan, pengambilan sampel maupun wawancara, meliputi :

- a. Data sosial ekonomi dan budaya masyarakat perambah yang meliputi umur, pendidikan, jumlah tanggungan, pendapatan, luas lahan milik di luar kawasan hutan, daerah asalnya dan persepsinya terhadap hutan.
- b. Data biogeofisik lahan perambahan yang meliputi topografi lahan, pola penggunaan lahan, jenis tanaman dan perilaku ekologis tanaman yang dibudidayakan.

Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari pencatatan data yang telah tersedia, yang gayut dengan obyek penelitian. Data ini dapat diperoleh dari berbagai instansi pemerintah dan lembaga-lembaga lainnya.

Untuk mengumpulkan data keadaan sosial, ekonomi dan budaya digunakan **teknik wawancara semi terstruktur**, yaitu teknik penggalian informasi yang dilakukan dengan cara tanya jawab yang sistematis tentang pokok-pokok bahasan tertentu, bersifat semi terbuka tetapi pembicaraannya dibatasi topik yang gayut dengan obyek penelitian. Hasil wawancara ini akan memberikan informasi tentang keadaan sosial ekonomi dan budaya masyarakat, permasalahan dan kebutuhan yang diperlukan masyarakat (*need assesment*). *Focus Discusi Group* (FGD) dengan melibatkan perangkat pemerintahan desa dan tokoh-tokoh masyarakat di desa juga digunakan untuk merumuskan rencana pengembangan HKm di Desa Tanjung Heran.

Data sosial ekonomi dan budaya yang telah dikumpulkan, baik data primer maupun data sekunder dianalisis secara deskriptif, yang menggambarkan hubungan interaksi antara masyarakat dengan sumber daya hutan lindung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi Penelitian dan Responden

Kawasan Hutan Lindung (KHL) Bukit Daun yang diusulkan menjadi HKm Desa Tanjung Heran seluas 406 Ha. Sebagai kawasan hutan lindung, topografi lahan lokasi usulan didominasi berbukit dan curam. Letak kawasan yang diusulkan menjadi HKm di pinggir jalan lintas yang menghubungkan kabupaten Kepahiang dengan Kota Bengkulu. Kawasan Hutan lindung Bukit Daun sekitar Desa Tanjung Heran juga dikenal sebagai kawasan hutan Taba Penanjung dan merupakan salah satu habitat spesies bunga *Rafflesia sp.* Kemudahan aksesibilitas, menjadikan lahan usulan HKm Desa Tanjung Heran juga terakses oleh masyarakat lain dari luar Desa Tanjung Heran.

Mata pencaharian masyarakat Desa Tanjung Heran mayoritas sebagai petani. Sebagai petani, maka lahan merupakan modal utama untuk mempertahankan kelangsungan pemenuhan kebutuhan hidupnya. Lahan sawah dan atau kebun lahan kering dimiliki hampir semua anggota masyarakat Desa Tanjung Heran. Lahan sawah hanya berupa cekungan yang diapit oleh perbukitan dan terletak di kanan kiri sungai. Adanya aliran air sungai yang berhulu di kawasan hutan lindung dan bendungan irigasi, menjadikan lahan sawah mampu dikerjakan 3 kali setahun. Namun kerusakan bendungan irigasi akibat banjir, menjadikan lahan sawah hanya dikelola 2 kali setahun.

Berdasarkan wawancara, kerusakan hutan lindung di hulu sungai menyebabkan volume air sangat meningkat tajam saat hujan lebat dan material yang terangkut aliran air berupa balok kayu dan lainnya, sehingga merusak bendungan irigasi yang ada. Masyarakat juga menyadari bahwa kerusakan hutan di hulu sungai ikut menjadi salah satu penyebab menurunnya produksi usaha tani khususnya padi dari desa.

Lahan kebun umumnya ditanami kopi dan beberapa pohon penghasil buah seperti durian dan sebagian lagi telah ditanami pohon karet. Namun sebagian lahan kebun juga ada yang dibelukarkan. Pemilikan lahan di desa yang sempit (kurang dari 1 hektar), telah mendorong sebagian masyarakat Desa Tanjung Heran membuka lahan hutan lindung yang ada di sekitarnya. Berdasarkan hasil temuan di lapangan, sebanyak 25 kepala keluarga telah membuka di hutan lindung Bukit Daun di sekitar desa.

Semua responden memiliki mata pencaharian utama sebagai petani dan buruh tani. Sebanyak 15 responden (60%) perambah memiliki lahan pertanian di luar kawasan hutan kurang dari 1 hektar dan 6 responden (24%) perambah tidak memiliki lahan di desa. Berdasarkan wawancara, umumnya lahan milik yang di luar kawasan hutan sudah dikelola secara baik. Dipihak lain mereka merasa masih memiliki waktu

luang untuk dapat bekerja, sedangkan lapangan pekerjaan di sekitar desa tidak tersedia. Oleh karenanya, mereka melakukan perambahan dalam kawasan hutan, walaupun mereka juga bekerja sampingan sebagai buruh, baik buruh bangunan maupun buruh tani.

Ditinjau dari jumlah keanggotaan keluarga, para perambah yang memiliki jumlah anggota keluarga lebih dari 4 orang sebanyak 15 perambah (60%). Ini berarti bahwa sebagian besar perambah memiliki anak lebih dari dua orang. Jumlah anggota keluarga yang berukuran besar, menjadikan jumlah tenaga kerja yang mendukung usaha keluarga juga makin banyak. Namun jumlah anggota keluarga yang besar memerlukan berbagai kebutuhan hidup juga makin besar. Tidak adanya atau kecilnya pemilikan lahan pertanian di luar kawasan hutan, menjadikan aktivitas perambahan sebagai penyedia lapangan pekerjaan untuk memenuhi kecukupan kebutuhan keluarganya.

Tabel 1. Jumlah Anggota Keluarga Perambah

Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah Perambah	Persentase (%)
≤ 4 jiwa	10	40,0
5 - 7 jiwa	13	52,0
> 7 jiwa	2	8,0
Jumlah	25	100

Sumber : Data Primer, 2014

Disamping ketersediaan tenaga kerja dari anggota keluarga dan sempitnya pemilikan lahan pertanian di luar kawasan hutan, ketiadaan pengelola kawasan hutan di tingkat tapak juga masyarakat dengan mudah membuka kawasan hutan lindung Bukit Daun, termasuk pada lahan yang diusulkan menjadi HKM. Keterbatasan jumlah sumber daya manusia petugas kehutanan dan keterbatasan sumber daya anggaran pemerintah daerah (Kabupaten Bengkulu Tengah) menjadikan kawasan hutan lindung Bukit Daun seolah-olah “tidak bertuan”. Pengelolaan hutan lindung masih terbatas pada kegiatan patroli pengamanan hutan yang intensitas masih sangat rendah (hanya beberapa kali saja dalam waktu setahun) akibat keterbatasan sumber daya manusia dan pendanaan.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, ada beberapa praktek pemanfaatan lahan dalam kawasan hutan yang telah dilakukan masyarakat sekitar hutan. **Pertama**, kebun kopi monokultur. Dalam satu unit lahan, tanaman kopi ditanam secara monokultur tanpa ada campuran dengan jenis tanaman lain. Praktek ini umum dilakukan masyarakat saat awal membuka lahan baru atau umur kopi masih muda (1-6 tahun). Masyarakat berpandangan bahwa tanaman kopi masih bisa tumbuh subur, apabila lahan lokasi penanaman baru dibuka. Namun sebelum panen agung (panen buah raya pertama dan terakhir umur sekira 4 tahun), masyarakat akan menanam tumbuhan penayang seperti dadap (*Erythrina* sp), gamal (*Gliricidaeae* sp), sengon (*Albizia* sp). Disamping sebagai penayang, tujuan penanaman tanaman penayang tersebut adalah untuk mempertahankan kesuburan alami lahan, mengingat bahan organik yang dihasilkan oleh tanaman penayang merupakan sumber nitrogen.

Praktek pemanfaatan lahan yang **kedua adalah kopi campur pohon durian**. Pohon durian awalnya digunakan sebagai tanaman penanda penguasaan atas lahan garapan rambahan. Tumbuhnya pohon durian di atas lahan perambahan menandakan bahwa lahan tersebut sudah ada yang menguasai. Asal tumbuhnya pohon durian dari hutan alami saat pertama membuka atau ditanam saat menanam kopi. Apabila tanaman durian tumbuh secara alami ketika membuka hutan (rimbo), biasanya pohon tersebut memiliki diameter batang yang besar (> 50cm). Ukuran diameter batang pohon durian hasil penanaman saat berkebun kopi relatif lebih kecil dibandingkan yang tumbuh secara alami saat membuka hutan.

Praktek pemanfaatan lahan yang **ketiga adalah kopi campur karet**. Tanaman kopi tua dan sudah beberapa kali dilakukan peremajaan (umurnya lebih dari 10 tahun) yang kurang produktif akan diselingi dengan penanaman bibit tanaman karet. Di Desa Tanjung Heran, bibit tanaman karet diperoleh masyarakat dari pembagian bantuan Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Bengkulu Tengah. Ukuran batangnya relatif masih kecil (umur 2 tahun), sehingga belum bisa disadap. Sedangkan di Desa Talang Empat, ukuran batang pohon karetnya sudah ada yang mulai disadap. Asal bibit tanaman yang bukan merupakan klon unggul, menjadikan produksi getah hasil sadapannya relatif rendah. Masyarakat menganggap produksi getah hasil sadapan belum mampu meningkatkan pendapatan mereka.

Kopi campur Karet dan Durian merupakan bentuk praktek pemanfaatan lahan yang ke-empat.

Pohon Durian tetap dipertahankan oleh masyarakat, mengingat hasil buahnya mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Walaupun panen raya buah Durian terjadi beberapa tahun sekali, namun hasil penjualan buah durian dipandang sangat membantu penghasilan pemilik lahan.

Penanaman bibit Damar Mata Kucing sudah dilakukan oleh sebagian kecil perambah dalam kawasan hutan lindung sekitar Desa tanjung heran. Bibit tanaman Damar Mata Kucing berasal dari bantuan Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Bengkulu Tengah. Namun keberhasilan tumbuhnya relatif rendah. Pengamatan di lapangan menunjukkan setiap lahan hanya ditemukan 2-5 batang/unit-lahan-garapan yang tumbuh. Masyarakat belum mengetahui dengan baik manfaat pohon tersebut, baik secara ekonomi maupun ekologi.

Pada awalnya kegiatan perambahan dalam kawasan hutan lindung identik dengan pertanian ladang berpindah. Setelah pembukaan lahan hutan, para perambah hanya menanam padi dan tanaman kopi secara bersamaan. Tanaman padi lahan kering hanya mampu bertahan 2-3 musim, disebabkan kesuburan alami lahan terutama *top soil*nya sudah menurun. Tanaman kopi yang ditanam bersamaan dengan tanaman padi akan dirawat hingga berumur belasan tahun.

Pada umur berkisar 3,5 tahun, tanaman kopi akan mulai belajar buah, namun hasil panennya relatif masih rendah (sekitar 300 Kg-500 kg/ha). Musim panen buah kopi berikutnya merupakan puncak produksi buah kopi dan disebut sebagai "*panen kopi agung*" dan biasanya mencapai hasil 1-2 ton/ha. Setelah panen kopi agung tahun-tahun berikutnya disebut panen adik agung. Adanya istilah musim "*panen kopi agung dan adik agung*" ini menunjukkan bahwa produktivitas tanaman kopi tidak mampu dipertahankan dalam jangka waktu lama. Kondisi tersebut juga menunjukkan bahwa budidaya kopi hanya mengandalkan kesuburan alami lahan saja. Masyarakat tidak melakukan upaya pemupukan untuk menjaga produktivitas lahan yang dikelolanya, walaupun tanaman kopi mereka juga dilakukan pembersihan lahan, pemangkasan tunas dan cabang-ranting yang sudah tua. Oleh karena itu, lahan yang masih berhutan memiliki produktivitas tanaman kopi tinggi dan kondisi itu sangat diminati oleh masyarakat perambah. Perambah cenderung akan membuka lahan hutan kembali apabila lahan garapan awalnya sudah tidak produktif.

Namun kebiasaan menanam tanaman padi dan kopi secara bersamaan pada saat membuka lahan hutan sebagian sudah mulai ditinggalkan. Sebagian perambah sudah berorientasi ke jenis tanaman yang dipandang lebih komersial seperti tanaman nilam (penghasil minyak nilam) dan karet. Mereka beralasan tanaman kopi hanya mampu bertahan sampai beberapa tahun saja, karena produktivitas cenderung menurun seiring bertambahnya umur tanaman kopi.

Proses hilangnya bunga tanah (bahan organik di bagian *top soil*) oleh erosi aliran air permukaan menyebabkan kesuburan alami lahan cenderung menurun. Hal ini terjadi karena budidaya tanaman kopi menghendaki permukaan lahan yang bersih, ditambah dengan tipe topografi lahan kawasan hutan lindung didominasi kelas berbukit hingga curam dan curah hujan yang tinggi, menjadikan proses erosi semakin meningkat.

Kopi yang sudah berumur tua dan mengalami beberapa kali peremajaan (3-5 kali peremajaan) serta dipandang kurang produktif lagi, mulai diselingi dengan jenis tanaman karet. Bibit karet yang berasal dari cabutan ditanam disela-sela/berdekatan (nempel) batang tanaman kopi. Penanaman bibit karet di sela-sela/nempel batang kopi bertujuan untuk menghindari serangan hama babi. Hama babi seringkali mencari makan seperti cacing tanah saat ada pembuatan lubang tanam baru. Dengan menanam dekat batang tanam kopi, babi tidak akan mampu membongkar tanah yang terlindungi dari batang kopi tersebut sehingga tanaman bibit karet akan aman dari gangguan babi.

Perubahan pilihan komoditas karet sebagai salah satu unggulan tanaman perambah, tidak hanya didasari oleh pertimbangan rendahnya produktivitas tanaman kopi semata. Namun para perambah mulai menyadari bahwa dalam kawasan hutan lindung tidak boleh/dilarang menanam kopi yang menuntut bersihnya permukaan lahan. Tanaman karet hanya diambil/disadap getahnya, dan tanaman karet berbentuk pohon juga, sehingga mirip dengan pohon hutan.

Pemilihan jenis karet sebagai pohon unggulan masyarakat di lokasi perambahannya juga menunjukkan bahwa masyarakat perambah makin berorientasi komersial. Getah karet yang dihasilkan, diharapkan dapat menjadi sumber penghasilan utama untuk mendukung pemenuhan kebutuhan hidupnya. Produktivitas penyadapan yang mencapai 30-an tahun diharapkan dapat menjadi lapangan pekerjaan di masa yang akan datang, dan bahkan dapat diwariskan pamanenannya pada keturunan.

Fungsi ekologis pohon karet akan lebih baik dibandingkan dengan jenis tanaman kopi. Tajuk pohon karet yang saling bertautan akan menutup laju jatuhnya air hujan mencapai permukaan tanah, sehingga tidak akan menghancurkan agregatnya. Perakaran pohon karet yang lebih dalam dibanding tanaman kopi akan meningkatkan laju infiltrasi air ke dalam tanah, sehingga akan meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan/menangkap air (*catchment area*) saat terjadi hujan. Peningkatan infiltrasi ke dalam tanah akan mengurangi laju aliran air permukaan, sehingga erosi dapat diminimalisir. Dengan demikian, usaha penggantian komoditas kopi menjadi tanaman karet relatif lebih bisa diterima secara ekologis. Hal ini selaras dengan fungsi kawasan hutan yang dijadikan lahan budidaya tersebut merupakan kawasan hutan lindung.

Strategi Pengembangan Agroforestri Berbasis Karet

Berdasarkan hasil wawancara dengan para responden dan diskusi group dengan perangkat desa dan tokoh masyarakat, tanaman karet dipandang sebagai unggulan yang dibudidayakan dalam pengembangan HKm di Desa Tanjung Heran. Potensi hasil getah yang dapat disadap setiap hari akan menjadi sumber pendapatan bagi masyarakat sekitar hutan. Kendala yang dihadapi masyarakat dalam pengembangan karet adalah tidak tersedianya bibit karet klon unggul di sekitar desa dan harga bibit yang relatif mahal. Dihak lain, pengembangan karet menggunakan bibit cabutan memiliki produktivitas rendah dan lebih sering diserang hama (monyet, babi).

Pengembangan karet dalam kawasan hutan lindung secara ekologis dapat diterapkan, mengingat tanaman karet juga berupa pohon. Namun ada kecenderungan tanaman karet juga mengalami gugur daun pada saat musim kemarau yang agak panjang. Oleh karena itu, pemilihan jenis tanaman Damar Mata Kucing (*Shorea javanica*) dan atau Duren (*Durio sp*) sebagai tanaman kombinasi dengan karet diharapkan akan mampu menjaga tegakan dalam kondisi selalu hijau (*evergreen*) dan membentuk dua stratum tajuk. Terbentuknya dua stratum tajuk tersebut diharapkan akan berperan secara optimal dalam menjaga fungsi kawasan sebagai pengatur tata air.

Strategi pelaksanaan dalam membangun agroforestri karet yang sudah dan akan dilaksanakan di Desa Tanjung Heran meliputi :

1. Pembangunan demonstrasi plot

Kebun agroforestri percontohan di Desa Tanjung Heran dipilih pada lahan belukar dan kebun kopi dalam kawasan usulan HKm. Lahan belukar dipilih mengingat karakteristik lahan ini dipandang kurang subur oleh masyarakat. Karet dan Damar mata kucing dipilih sebagai tanaman unggulan pemanfaatan lahan usulan HKm di Desa Tanjung Heran. Bibit tanaman karet ditanam dengan jarak tanam 6m x 3m, dimana jarak antar baris 6m dan jarak dalam baris 3m. Sedangkan bibit Damar Mata Kucing ditanam pada puncak bukit dan batas penguasaan lahan.

2. Pembangunan kebun entres karet klon unggul (terpilih jenis PB260)

Masyarakat Desa Tanjung Heran telah mengetahui jenis klon karet yang dipandang unggul. Keunggulan jenis karet klon PB260 telah diketahui oleh sebagian masyarakat Desa Tanjung Heran, yaitu cepat pertumbuhannya dan menghasilkan produksi getah yang tinggi. Masyarakat desa telah menyediakan lahan lebih kurang satu hektar untuk kegiatan pembangunan kebun entres ini. Kegiatan ini akan dilaksanakan pada tahun 2015, apabila disetujui pembiayaannya.

3. Pelatihan pembuatan bibit okulasi

Bibit karet klon unggul hasil okulasi umumnya memiliki harga yang dipandang relatif mahal oleh masyarakat desa. Ketidakmampuan membeli bibit karet hasil okulasi, pada akhirnya memaksa bibit asal penyemaian biji dipilih oleh masyarakat. Oleh karena itu, kegiatan pelatihan pembuatan bibit okulasi dan pembangunan kebun entres tersebut diharapkan mampu menjembatani keterbatasan masyarakat dalam menyediakan bibit karet yang unggul.

Apabila didukung ketersediaan bibit karet klon unggul dalam jumlah yang mencukupi, maka kegiatan pengembangan agroforestri berbasis karet pada lahan usulan HKm di Desa Tanjung Heran dapat diwujudkan selama 5 tahun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Anggota kelompok masyarakat yang merambah dalam kawasan hutan lindung Bukit Daun yang diusulkan menjadi HKm di Desa Tanjung Heran memiliki lahan milik yang sempit (kurang dari 1 ha) sebanyak 15 responden (60%) dan 6 responden (24%) tidak memiliki lahan untuk usaha pertanian di luar kawasan hutan. Ini berarti bahwa 24 % responden aktivitas pemenuhan kebutuhan hidupnya sangat bergantung pada hasil usaha berkebun pada kawasan hutan lindung.
2. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa kebun tanaman karet mendominasi pada bentuk-bentuk pemanfaatan lahan yang dikelola oleh para perambah. Walaupun awalnya membudidayakan tanaman kopi, namun penurunan produktivitas hasil panen kopi, menjadikan tanaman karet sebagai pilihan dalam memanfaatkan lahan selanjutnya. Dipilihnya tanaman karet sebagai penyusun utamapada lahan perambahan, memungkinkan secara ekologis, mengingat bentuk perkembangan akhir dari tanaman tersebut berupa tegakan pohon.

Saran

Legalitas pemanfaatan lahan kawasan hutan lindung melalui kebijakan HKm, menempatkan kegiatan rehabilitasi lahan sebagai kegiatan utama dalam pengelolaan hutan oleh masyarakat. Sebagai kegiatan rehabilitasi hutan, maka hadirnya pohon yang memiliki manfaat serbaguna (MPTS) sangat berperan dalam menunjang keberhasilan mewujudkan kelestarian fungsi hutan, baik fungsi ekologi, ekonomi maupun fungsi sosial. Oleh karena itu, tanaman karet dapat dipilih sebagai salah satu jenis utama dalam kegiatan rehabilitasi hutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001. Surat keputusan Menteri Kehutanan Nomor 622/Kpts-II/1995 tentang Pembangunan Hutan Kemasyarakatan. Departemen Kehutanan dan Perkebunan Republik Indonesia. Jakarta.
- Anonim. 2011. Rencana Lima Tahunan Pengelolaan Hutan Kemasayarakatan Provinsi Bengkulu. Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Ketahun. Bengkulu
- Prasetyo. 2012. Teknik Budidaya Karet. Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Santoso, H. 2012. Karet Sebagai Tanaman Alternatif di Areal Hutan Kritis Untuk Menunjang Konservasi Daerah Aliran Sungai. dalam. Pengelolaan Sumber Daya Hutan, Tanah, dan Air Berbasis Daerah Aliran Sungai. Bunga Rampai Pemikiran Mendukung Pembangunan Hutan berkelanjutan.
- Siswahyono. 2006. Studi Perencanaan Pengelolaan Hutan Lindung Berbasis Masyarakat. Thesis Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (tidak diterbitkan).
- Siswahyono. 2008. Keragaan Sistem Pembangunan Wilayah Desa Kaitannya Dengan Pengelolaan Kawasan Hutan Lindung dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perambahan (Studi Kerusakan Hutan Lindung Boven Lais Wilayah Kabupaten Bengkulu Utara). Laporan Penelitian Dosen Muda Dirjen Dikti. Jakarta

POTENSI AGROFORESTRI SORGUM DAN AREN SEBAGAI UPAYA OPTIMALISASI SUMBERDAYA LAHAN

Enggar Apriyanto¹, Puji Harsono² dan Satria Putra Utama³

Jurusan Kehutanan¹, Jurusan Agroekoteknologi², dan Jurusan Sosial Ekonomi³,
Fakultas Pertanian UNIB Bengkulu, Jl. Raya Kandang Limun Bengkulu
e-mail: enggavan@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan sumberdaya lahan umumnya belum memperhatikan aspek keberlanjutan dan optimalisasi faktor mikro. Penerapan teknologi yang tidak mengacu pada proses ekologi, sosial, dan ekonomi banyak menimbulkan permasalahan khususnya dari aspek produksi dan keberlanjutan. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan varietas sorgum yang mampu tumbuh baik di bawah tegakan aren dengan berbagai tingkat kerapatan dan pola agroforestri yang optimal. Metode yang digunakan adalah penelitian di lapangan dengan menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan tiga kali ulangan. Perlakuannya adalah varietas sorgum (varietas Keller, B100, Wray, dan Numbu) yang ditanam dibawah tegakan aren dengan kerapatan ringan. Parameteryang diukur adalah tinggi, keliling batang, luas daun, kadar gula, produksi hijauan pakan ternak, dan hasil biji. Berdasarkan hasil dari analisis dari parameter yang diukur diketahui bahwa pertumbuhan tinggi sorgum pada umur 45 HST di tegakan arendengan tingkat kerapatan ringan, sedang, dan rapat berturut-turut 74,00, 44,27, dan 42,24 cm. Tiga varietas memiliki pertumbuhan meninggi baik yaitu varietas Keller (56,68 cm), B100 (54,46 cm), dan Wray (49,38). Pengamatan terhadap parameter perlakuan akan dilakukan sampai pada akhir penelitian.

Kata kunci: varietas sorgum, tingkat kerapatan, tegakan aren

PENDAHULUAN

Agroforestry merupakan salah satu sistem atau pola penggunaan lahan yang meniru kondisi hutan, dimana setiap ruang, tempat dan energi akan dimanfaatkan secara maksimal untuk mendapatkan produk maksimal. Definisi tentang agroforestry adalah suatu nama dari sistem-sistem penggunaan lahan dan teknologi penanaman tanaman kehutanan, petanian dan atau peternakan pada suatu unit lahan yang sama baik secara temporal maupun spasial. Didalam sistem tersebut harus terjadi interaksi ekologi dan ekonomi. Ada tiga sifat yang melekat pada sistem agroforestry yaitu produktivitas, keberlanjutan dan “adoptabilitas” atau kesusuaian (Nair, 1993). Dengan sifat yang dimiliki tersebut menunjukkan kemampuan sistem agroforestry dalam mengemban misi optimalisasi lahan dalam sistem pengelolaan sumberdaya alam berbasis masyarakat. Pemanfaatan sumberdaya lahan dengan sistem agroforestry harus dilakukan dengan proses “bottom-up”, sehingga asas manfaat, keberlanjutan dan kesesuaian dengan masyarakat dapat dicapai. Pola agroforestry yang ada bervariasi dari satu unit lahan ke unit lahan yang lain sesuai dengan kemauan pemilik lahannya. Aren (*Arenga pinata*) telah banyak diusahakan oleh masyarakat baik secara monokultur maupun agroforestry.

Aren merupakan tanaman yang termasuk suku palmae asli Asia Tenggara sehingga telah banyak dikenal oleh masyarakat. *A. pinata* mampu tumbuh diberbagai jenis tanah dengan ketinggian 0–1.500 mdpl, akan tetapi tumbuh baik pada ketinggian 500–1.200 mdpl. Curah hujan minimum 1.200 m/tahun dan merata sepanjang tahun sangat baik untuk tanaman penghasil nira ini; sedangkan suhu yang terbaik untuk mendukung pertumbuhannya adalah kurang lebih 25°C (Lutony, 1993).

Tanaman aren memiliki manfaat yang besar bagi kehidupan manusia baik manfaat ekonomi maupun manfaat konservasi. Dengan sistem perakaran yang menyebar hingga 10 meter dan dalam 3 meter tanaman *A. pinata* memberikan manfaat dari segi konservasi tanah yang sangat baik (Djayaseputra, 1994). Sifat demikian akan memberikan peluang pada tanaman tersebut untuk dikembangkan pada lahan-lahan yang memiliki kemiringan tinggi.

Penanaman aren banyak dilakukan pada lahan kering yang memiliki tingkat kesuburan rendah. Penanaman aren banyak dilakukan secara monokultur, yang belum mampu memanfaatkan sumberdaya alam yang optimal. Optimalisasi pada pertanaman aren monokultur dapat dilakukan dengan menanam tanaman pangan lain di sela-sela tanaman aren.

Pemanfaatan secara optimal pada tegakan aren monoculture harus dengan menggunakan tanaman yang mempunyai daya adaptasi luas terhadap kekeringan dan salah satunya ada sorgum. Sorgum, dikenal sebagai tanaman yang mampu beradaptasi luas dan merupakan salah satu tanaman yang dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi tanah marjinal serta tahan kekeringan. Sistem perakaran yang menyebar ekstensif dan dalam, adanya lapisan lilin di batang dan daun menjadikan tanaman sorgum lebih efisien dalam memanfaatkan air dibandingkan dengan sereal lain. Sebagai tanaman multiguna, *sweet sorghum* dapat dimanfaatkan untuk menunjang kebutuhan pangan, pakan, dan energi. Sebagai pangan fungsional, sorgum untuk memenuhi kebutuhan gizi, menjaga kesehatan dan mencegah penyakit.

Kekeringan merupakan faktor penghambat utama yang mempengaruhi produksi tanaman di lahan kering. Hal ini ditunjukkan oleh organ penyimpan asimilat yang ukurannya mengecil seperti pada batang, helaian daun dan biji sereal. Kemampuan fotosintesis daun menurun akibat dari berbagai cekaman lingkungan seperti kekeringan (*drought*), *heat stress*, dan gangguan biotik penyakit di daun. Untuk memanfaatkan lahan kering yang memiliki kadar lengas tanah rendah perlu dicari jenis tanaman yang memerlukan konsumsi air rendah dalam satu siklus hidupnya agar supaya tanaman tetap mampu berproduksi (Yang *et al.*, 2007).

Sebagai tanaman yang mempunyai daya adaptasi luas maka sorgum masih dapat berproduksi walaupun dibudidayakan di lahan yang kurang subur, kondisi air terbatas, dan tumbuh di dataran rendah pada ketinggian kurang dari 500 m di atas permukaan laut. Selain itu, sangat adaptif pada berbagai jenis tanah, pH tanah kisaran 4,3-8,7. Suhu udara optimum untuk pertumbuhan 23-30°C, kelembapan relatif 20-40%, curah hujan 375-425 mm/tahun. Tanaman sorgum dapat beradaptasi secara luas pada tanah ringan (geluh) hingga berat (berlempung), cukup cahaya matahari (beberapa kultvar termasuk dalam tanaman hari pendek), ketersediaan air sedang, tanah tidak mudah erosi dan cukup toleran pada tanah salin (Duke, 1983).

Sorgum mempunyai peluang besar untuk dikembangkan di Indonesia karena dapat hidup di lahan marjinal, lahan kritis, tahan kering, dan input sarana produksi rendah. Menurut Lehman (1999), sorgum cocok dikembangkan di lahan kering karena kebutuhan airnya sedikit. Untuk menghasilkan 1 kg bahan kering, sorgum memerlukan 322 kg air sedangkan jagung, barley dan gandum masing-masing membutuhkan 368 kg air, 434 kg air, dan 434 kg air. Menurut Supriyanto (2011), kemajuan penting pemanfaatan sorgum di Indonesia adalah dimasukkannya sorgum pada *roadmap* penelitian di Kementerian Riset dan Teknologi menduduki urutan komoditas keempat setelah padi, jagung dan kedelai.

Oleh karena itu, upaya mencari solusi untuk melakukan upaya pemanfaatan sumberdaya alam, pertanaman aren monokultur secara optimal perlu dilakukan guna mendukung pengusahaan gula secara berkeberlanjutan. Pada penelitian ini akan di uji empat varietas sorgum yang memiliki produksi tinggi di tegakan aren monokultur.

METODE PENELITIAN

Penelitian tahun pertama dilaksanakan di lahan kering masyarakat yang telah membudidayakan tanaman aren, di Kecamatan Curup Timur, Kabupaten Rejang Lebong. Tegakan aren monokultur yang digunakan adalah tegakan aren dengan kerapatan ringan, karena berdasarkan uji pendahuluan pertumbuhan sorgum di tegakan aren sedang dan rapat tidak baik. Waktu pelaksanaan penelitian adalah bulan Juni sampai Oktober 2014.

Rancangan percobaan yang digunakan rancangan acak kelompok lengkap dengan ulangan tiga kali. Faktor pertama adalah varietas sorgum yaitu; Numbu (V1), Keller (V2), Wray (V3) dan B 100 (V4). Pupuk an-organik sesuai rekomendasi untuk sorgum (P0), yakni 160 kg urea, 120 kg SP36 dan 80 kg KCl per hektar diberikan 50% saat tanam dan sisanya tanaman umur 30 hari setelah tanam (hst). Hasil terbaik uji varietas pada percobaan pertama akan digunakan pada percobaan tahun. Pengamatan dilakukan terhadap parameter pertumbuhan yaitu: tinggi tanaman, keliling batang, luas daun, kadar gula, dan produksi biji. Produksi nira yang dihasilkan oleh tanaman aren juga diukur selama sepuluh untuk mengetahui potensinya. Uji F dan benda nyata terkecil digunakan untuk menganalisis data parameter pertumbuhan yang diukur.

Pengamatan terhadap produksi nira dilakukan dengan menggunakan teknik selang pada tanaman aren yang memiliki kondisi tajuk berbeda, yaitu; lebat, sedang, dan kurang. Penyadapan dilakukan selama 10 hari mulai dari saat pertama penyadapan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji empat varietas menunjukkan bahwa ada perbedaan kecenderungan perbedaan pada parameter pertumbuhan sorgum, meskipun secara statistic tidak beda nyata. Hasil uji F untuk parameter keliling batang, tinggi tanaman, luas satu daun, panjang malai, berat biji per tanaman, kadar gula disajikan pada Tabel 1. Panjang malai menunjukkan perbedaan yang sangat nyata diantara empat varietas sorgum yang diuji. Sorgum varietas B100 memiliki panjang malai terpendek yaitu 13,6 cm. Perbedaan panjang malai dapat disebabkan karena karakteristik malai dari masing-masing varietas berbeda. Parameter yang lain tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Table 1. Rangkuman nilai hasil uji F terhadap parameter pertumbuhan, hasil, dan kadar gula empat varietas sorgum yang ditanam di tegakan aren.

Parameter	Varietas sorgum
Keliling batang	1,27
Tinggi tanaman	2,99
Luas daun per daun	2,22
Panjang malai	10,35**
Berat biji per tanaman	2,43
Kadar gula	1,23

Berdasarkan pada semua parameter pertumbuhan yang diukur pada penelitian menunjukkan bahwa sorgum varietas Keller memiliki kecenderungan nilai yang lebih tinggi dari ketiga varietas sorgum, Wray, Numbu, dan B100. Hasil perhitungan terhadap kadar gula menunjukkan bahwa kadar gula nira batang sorgum adalah 18,33%, sehingga memiliki potensi untuk di proses lebih lanjut menjadi gula sorgum. Masyarakat di lokasi penelitian telah mengusahakan aren sebagai bahan baku membuat gula aren, oleh karenanya sangat memungkinkan untuk dilakukan uji coba pembuatan gula sorgum sebagai bentuk pemanfaatan alternative dari tanaman sorgum. Pengolahan nira sorgum diharapkan akan memberikan dukungan kepada masyarakat dalam mengembangkan industry gula secara mandiri dan berkelanjutan. Sorgum varietas B100 cenderung memiliki keliling batang, tinggi tanaman, dan luas per daun lebih rendah dari varietas lainnya. Hasil biji dan kadar gula yang diperoleh dari sorgum varietas B100 cukup rendah,

Table 2. Rata-rata hasil pengukuran parameter pertumbuhan empat varietas sorgum yang dilakukan uji coba di tegakan aren dengan kerapatan ringan

Varietas	Keliling batang (cm)	Tinggi (cm)	Luas per daun (cm ²)	Kadar gula (%)	Panjang malai (cm)	Berat biji per malai (g)
Keller	4,8a	197,8a	207,07a	18,33a	22,8a	80,31a
Wray	4,4a	186,6a	130,88a	15,00a	22,1ab	66,83a
Numbu	4,9a	143,5a	183,02a	11,67a	18,7ab	56,81a
B100	3,9a	145,5a	183,29a	13,33a	13,6 c	51,26a

Nilai BNT = 4,43

Pengamatan terhadap produksi nira dari tanaman dilakukan terhadap tanaman yang memiliki tajuk lebat, sedang, dan kurang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan hasil nira dari tingkat tajuk yang berbeda. Produksi nira pada tanaman aren yang tajuknya lebat yaitu sebanyak 10,63-14,46 liter per hari, sedangkan produksi nira untuk tanaman aren dengan tajuk sedang dan kurang adalah 9,13 dan 4,56 liter secara berurutan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keutuhan tajuk tanaman aren berpengaruh terhadap produksi nira yang dihasilkan. Keutuhan kondisi tajuk akan berpengaruh terhadap proses fisiologis dalam daun, yang akhirnya dapat berpengaruh terhadap kesehatan dan produksi nira.

Tabel 3. Nira hasil sadapan pada kondisi tajuk lebat, sedang, dan kurang di tegakan aren di desa Sindang Jaya Kabupaten Rejang Lebong

Kondisi tajuk	Hari-ke										Rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Lebar (pertama kali disadap)	3,9	4,6	4,6	4,5	14,3	23,0	23,3	25,3	16,1	25,0	14,46
Lebar (pertama kali disadap tidak pakai selang)	4,1	4,1	4,9	5,2	11,2	12,5	12,8	13,5	15,0	23,0	10,63
Sedang (5 kali disadap)	1,5	3,0	3,8	4,5	8,7	13,7	14,3	12,5	14,3	15,0	9,13
Kurang (10 kali disadap)	0,8	2,7	3,3	3,4	3,4	4,3	5,3	5,8	8,3	8,3	4,56

Secara umum produksi dari penyadapan nira tidak banyak pada hari pertama penyadapan, akan tetapi berangsur-angsur naik dan mulai stabil hari kesepuluh. Hasil juga menunjukkan ada sedikit perbedaan antara produksi nira yang dihasilkan sadap dengan teknik selang (14,0 l per hari) dan tidak menggunakan teknik selang atau tradisional (10,63 l per hari). Perbedaan ini diduga disebabkan oleh karena penyadapan dengan teknik selang memberikan sedikit kemungkinan jaringan yang teriris pada saat penyadapan terekspose dengan udara, sehingga dimungkinkan jaringan tidak cepat layu. Penggunaan selang dimungkinkan akan mengurangi beban penyadap pada saat melakukan pemanjatan pohon aren.

KESIMPULAN

Tanaman sorgum memiliki kemampuan untuk ditanam di bawah tegakan aren dengan kerapatan ringan. Sorgum varietas Keller memiliki ukuran parameter pertumbuhan, hasil, dan kadar gula cenderung lebih tinggi di banding varietas lainnya. Penyadapan dengan menggunakan teknik selang menghasilkan produksi nira sedikit lebih banyak dibandingkan dengan teknik tradisional. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pertumbuhan sorgum dan teknik pemanenan nira dengan teknik selang pada skala komersial dalam mendukung penguasaan gula secara mandiri dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Djayaseputra, R.W, 1994. Aren. Dalam Menyiasati Lahan Dan Iklim Dalam Pengusahaan Pertumbuhan Jenis-jenis Tanaman Terpilih. Seri Pengembangan Prosea 5. Yayasan Prosea. Bogor.
- Duke, J.A, 1983. Handbook of Energy Crops (unpublished)
www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Sorghum_bicolor
- Lehman, J. 1999. Nutrient Interactions of Alley Cropped Sorghum Bicolor an Acacia saligna a run off irrigation system in Nothern Kenya. Plant and Soil 210 : 249-262
- Lutony, 1993. Tanaman Sumber Pemanis. Penebar swadaya.
- Nair, K. 1993. Identification of Quantitative trait loci and Environment Interaction for Accumulation and Remobilization of Water soluble Carbohydrates in Wheat (*Triticum aestivum* L) Stems. Genetics 176:571-584.
- Supriyanto, 2011. Prospek budidaya sorgum di Indonesia. Makalah Pelatihan II Budidaya Sorgum untuk Menunjang Kebutuhan Pangan, Pakan, Energi dan Industri. 28 Nopmber-2 Desember 2011, Biotrop, Bogor
- Yang, D.L., Jing, R., Chang, X.P and Li W, 2007. Identification of quantitative trait loci and environmental interaction for accumulation and remobilization of water soluble carbohydrates in wheat (*Triticum aestivum* L.) stems. Genetics 176:571-584

ADAPTASI MASYARAKAT DALAM PEMANFAATAN SUMBERDAYA ALAM BEKAS PENAMBANGAN EMAS TANPA IJIN DI KABUPATEN LANDAK

Emi Roslinda dan Wiwik Ekyastuti

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak

e-mail : eroslinda71@gmail.com

ABSTRAK

Masyarakat yang tinggal di areal bekas tambang awalnya adalah masyarakat yang tergantung kehidupannya dari hutan. Aktivitas tambang emas tanpa ijin (PETI) telah mengubah ketergantungan masyarakat terhadap hutan. Perubahan pemanfaatan sumberdaya alam yang ada merupakan hal menarik untuk dikaji, karena masyarakat di sekitar hutan adalah masyarakat subsisten yang sangat tergantung pada sumberdaya alam di sekitarnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat perubahan pemanfaatan sumberdaya alam oleh masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi tambang. Penelitian dilakukan secara deskriptif, dengan menggunakan metode survey. Masyarakat masih dapat memanfaatkan tanah/pasir yang merupakan sisa lahan bekas tambang. Tanah/pasir bekas galian masih dapat digunakan untuk media tanam dengan mencampur tanah/pasir tersebut dengan berbagai bahan lainnya sehingga dapat menjadi media tumbuh tanaman palawija. Pemanfaatan tanah/pasir bekas galian merupakan upaya adaptasi masyarakat dalam memanfaatkan sumberdaya alam yang ada. Pengetahuan ini merupakan pengetahuan lokal yang diperoleh untuk dapat beradaptasi dalam menghadapi perubahan lingkungan.

Kata kunci: adaptasi masyarakat, penambangan emas tanpa ijin, pengetahuan lokal

PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan tanpa izin (PETI) secara substansial menunjang pembangunan ekonomi dan sosial masyarakat di wilayah-wilayah sekitarnya. Di sisi lain, kebanyakan operasi penambangan menimbulkan kerusakan lingkungan. Lokasi tambang yang berada di dalam ataupun di sekitar kawasan hutan sangat mempengaruhi pola pemanfaatan sumberdaya alam yang dilakukan oleh masyarakat.

Pemanfaatan sumberdaya alam/hutan bagi masyarakat (adat) merupakan budaya yang sudah berlangsung sejak lama. Baik pemanfaatan langsung berupa hasil hutan maupun pemanfaatan lahan untuk kegiatan pertanian. Karena kegiatan pertambangan yang semakin marak, hal itu berimbas pada hilangnya akses terhadap hutan, termasuk kemungkinan timbulnya sengketa antara masyarakat dengan pemegang izin pertambangan. Selain itu, rusaknya hutan sebagai konsekuensi dari aktivitas pertambangan juga akan berakibat bagi masyarakat yang bermukim di sekitar kawasan hutan.

Kemampuan masyarakat dalam mengelola sumber daya alam dalam merespons perubahan lingkungan yang terjadi merupakan hal yang menarik. Pengkajian dilakukan terhadap pemanfaatan sumberdaya alam terutama lahan akibat kegiatan PETI. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat perubahan pemanfaatan sumberdaya alam oleh masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi tambang.

METODE PENELITIAN

Teori yang digunakan sebagai rujukan dalam menjelaskan respon masyarakat terhadap perubahan lingkungan dalam pemanfaatan sumberdaya alam sebagai strategi adaptasi masyarakat di sekitar lokasi PETI adalah teori *cultural ecology* menurut Steward (1955). Adaptasi teori Steward ini secara operasional dijabarkan melalui upaya masyarakat dalam merespons perubahan dan mencari pola baru (Geertz 1983, Fox 1996, Kuntowijoyo 2002).

Penelitian ini dilakukan di Desa Sepahat Kecamatan Menjalin Kabupaten Landak, Kalimantan Barat. Metode penelitian adalah studi kasus. Pengambilan data dilakukan pada Mei-Agustus 2014. Unit analisis pada bekas dua wilayah PETI yang berbatasan dengan kawasan hutan. Data terdiri atas data primer dan data

sekunder. Konsep penelitian yang dipakai adalah konsep adaptasi pengaturan sumber daya yaitu ragam mata pencaharian. Analisis data dilakukan dengan analisis sejarah dan hubungan sebab akibat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masyarakat yang tinggal di Desa Sepahat sebelum maraknya kegiatan PETI sebagian besar atau bisa dikatakan seluruhnya merupakan petani pemilik tanah yang mengerjakan sawah/ladang. Namun saat penelitian dilaksanakan, komposisi masyarakat berdasarkan mata pencaharian sudah berubah dan komposisinya seimbang antara petani dan buruh pertambangan. Selebihnya adalah sebagai buruh bangunan dan lain-lain. Rekapitulasi penduduk menurut mata pencaharian di desa Sepahat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Penduduk Desa Sepahat berdasarkan mata pencaharian

No.	Mata Pencaharian	Jumlah (orang)
1.	Petani	305
2.	Nelayan	-
3.	Pengusaha sedang/besar	15
4.	Pengrajin	-
5.	Buruh industri	-
6.	Buruh bangunan	110
7.	Buruh pertambangan	305
8.	Buruh perkebunan	20
9.	Pedagang	50
10.	Pengangkutan	-
11.	Pegawai negeri sipil	16
12.	Anggota TNI	1
13.	Pensiunan PNS/TNI	5

Sumber: Data Monografi Desa Sepahat 2014

Pengembangan ragam mata pencaharian dilakukan karena sumberdaya alam/lahan sudah mengalami perubahan. Pada awalnya masyarakat sudah mengenal bercocok tanam secara tradisional dan berpindah di bukit-bukit sekitar hutan yang dikenal dengan istilah perladangan berpindah (*huma*). Perladangan ditanami padi dan palawija untuk memenuhi kebutuhan akan makanan pokok berupa beras dan sayur-sayuran. Perladangan dilakukan secara gilir balik, dengan rotasi 5-10 tahun akan kembali ke ladang pertama. Namun, rotasi tersebut semakin ke tahun-tahun terakhir semakin pendek, karena keterbatasan sumberdaya lahan yang semakin sempit. Saat penelitian dilakukan kegiatan pertanian semakin mengalami kesulitan dalam pemenuhan lahan pertanian, karena kondisi lahan pertanian sudah berubah menjadi padang pasir putih akibat kegiatan PETI. Namun masyarakat dapat melakukan adaptasi terhadap kondisi tanah pasir tersebut. Tanah pasir yang sudah sangat miskin hara tersebut kemudian dicampur dengan kotoran hewan yang merupakan pupuk hayati, ternyata masih dapat digunakan sebagai media tanam untuk palawija. Hasil ini masyarakat gunakan untuk memenuhi kebutuhan pangan sehari-hari.

Pada awal tahun 1990-an masyarakat mulai merasakan perubahan bentang lahan. Hutan-hutan mulai ditebang akibat maraknya *illegal logging* yang terjadi di hampir seluruh kabupaten yang ada di provinsi Kalimantan Barat. Pada saat itu banyak masyarakat Sepahat, selain berladang juga menjadi buruh angkut pada kegiatan penebangan kayu. Namun, kegiatan ini tidak terlalu lama bertahan karena pemberantasan kegiatan *illegal logging* dari pihak keamanan memberikan efek jera pada pelaku. Seiring dengan hal tersebut, kegiatan PETI mulai merambah ke daerah Menjalin. Ini menawarkan mata pencaharian baru bagi masyarakat, karena memang kegiatan pertanian berupa perladangan berpindah yang merupakan mata pencaharian pokok masyarakat, hasilnya tidak mencukupi kebutuhan hidup keluarga sehari-hari. Ketika hutan masih bagus, tanpa disadari kebutuhan sehari-hari dapat terpenuhi dari hasil hutan. Masuknya kegiatan *illegal logging* dan PETI telah mempengaruhi masyarakat desa Sepahat. Masyarakat sekarang banyak yang beralih profesi menjadi buruh tambang, yang dapat langsung memberikan pendapatan berupa uang. Selain itu terjadi perubahan struktur bangunan dan perumahan, serta sarana dan prasarana ekonomi, transportasi darat turut berkembang dimana pembangunan fisik dan sosial mempunyai perbedaan dengan sebelum tahun 1980-an (hasil wawancara dengan pemuka masyarakat Desa Sepahat, 2014). Ini menunjukkan bahwa perkembangan

dan perubahan sosial ekonomi suatu masyarakat terjadi karena akibat dari kontak dengan ekonomi di luar sektor pertanian (Smeltser yang dikutip Kuntowijoyo 2002). Perubahan itu berwujud pada perubahan perilaku, pergeseran struktur sosial, segmentasi, dan proses sosial.

Adanya interaksi sosial masyarakat desa Sepahat dengan para pemberi modal dan penebang dalam kegiatan *illegal logging* dan interaksi dengan paemberi modal dan pekerja PETI yang berasal dari luar desa menimbulkan proses sosial di dalam masyarakat. Interaksi ini akan menentukan arah, norma dan nilai-nilai dalam organisasi sosial, lembaga sosial dan bentuk sosial lainnya (Soelaiman, 1998).

Perubahan yang terjadi pada masyarakat di Desa Sepahat, dalam konteks penelitian ini dengan adaptasi dalam penggunaan media tanah pasir dan ragam mata pencaharian merupakan gejala normal yang bersifat saling sambung menyambung antara masyarakat yang satu dengan yang lainnya. Sehingga masyarakat akan selalu mengalami rangkaian perubahan sosial. Semua masyarakat bersifat dinamis, perbedaannya hanya pada cepat atau lambat dinamika yang dialami, sehingga dikenal istilah masyarakat statis dan masyarakat dinamis. Soeprapto (2002) secara prinsip menyatakan bahwa baik masyarakat statis dan masyarakat dinamis memiliki kemampuan untuk merubah dirinya sendiri, yang berarti tidak ada masyarakat di dunia ini secara sosial tidak mengalami perubahan.

Perubahan sosial yang terjadi pada masyarakat di Desa Sepahat juga merupakan akibat dari pembangunan yang dilakukan. Ini berdasarkan asumsi bahwa pembangunan adalah proses perubahan sosial dan budaya akibat penggunaan unsur-unsur pokok pembangunan yaitu teknologi dan birokrasi. Teknologi sederhana apapun mampu mengubah masyarakat. Sebagai contoh yang dapat dilihat di Desa Sepahat adalah masuknya para penebang dengan mesin *chainsaw* untuk menebang kayu, kemudian para penambang dengan menggunakan air raksa dan kegiatan lain telah mampu mengubah pola pemanfaatan lahan yang ada. Birokrasi dari pemerintah dengan membiarkan saja kegiatan *illegal logging* dan PETI selama ini telah membawa perubahan sosial dalam kehidupan masyarakat Desa Sepahat. Berkaitan dengan perubahan sosial yang terjadi, maka masyarakat Desa Sepahat dapat dikategorikan sebagai masyarakat yang dinamis.

KESIMPULAN

Adaptasi yang dilakukan masyarakat Desa Sepahat terhadap tanah pasir akibat pertambangan adalah dengan penambahan pupuk hayati untuk media tanam palawija. Perubahan bentang lahan yang terjadi di desa Sepahat direspons dengan pengembangan ragam mata pencaharian. Masyarakat Desa Sepahat adalah masyarakat yang dinamis dalam menghadapi perubahan sosial dikarenakan perubahan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. Monografi Desa Sepahat 2014.
- Fox, J.J. 1996. Panen Lontar. Perubahan Ekologi dalam Kehidupan Masyarakat Pulau Rote dan Sawu. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Geertz, C. 1983. Involusi Pertanian. Proses Perubahan Ekologi di Indonesia (terjemahan S. Supomo). Bharatara Karya Aksara, Jakarta.
- Kuntowijoyo. 2002. Perubahan Sosial dalam Masyarakat Agraris Madura, 1850-1940. Mata Bangsa. Yogyakarta.
- Soelaiman, M.M. 1998. Dinamika Masyarakat Transisi. Pustaka Pelajar. Jakarta.
- Soeprapto, R. 2002. Interaksionisme Simbolik, Perspektif Sosiologi Modern. Pustaka Pelajar, Averroes Press. Malang-Yogyakarta.
- Steward, J.H. 1955. Theory of Culture Change. University Illionis Press. Urbana.

KAJIAN HAK ADAT MASYARAKAT DAYAK TERHADAP PENGELOAAN HUTAN DI KABUPATEN KAPUAS PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Herwin Joni¹⁾, Renhart Jemi²⁾, Johansyah¹⁾, Hendra Toni¹⁾, Yusuf Aguswan¹⁾, Antonius Triyadi¹⁾

1). Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya.

2) Teknologi Hasil Hutan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

Author coresponden: renhartjemi@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hak-hak adat, dan kearifan lokal masyarakat Dayak terhadap pengelolaan hutan. Wilayah yang dikaji masyarakat adat Dayak di desa Lahei dan Hubang Raya Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah. Metode pengumpulan data secara wawancara dengan masyarakat adat, observasi lapangan serta memetakannya. Hasil kajian menunjukkan bahwa hak-hak adat yang berhubungan dengan pengelolaan hutan yaitu *Petak bahu*, *Tajahan*, *Sepan*, *Kaleka* dan *Tatas*. Instrumen adat berupa: *Pasah patahu*, *Sapundu Sandung* dan *Kuburan tua*. Kearifan lokal yang berhubungan dengan pengelolaan hutan yaitu: *Malan satiar*, *Mandum*, *Mengan*, *Manugal*, *Mebawau*, *Mite patendu*, *Membagi eka malan*, *Sahelo bara mandirik*, *Maneweng*, *Manyangar* dan *Hinting Pali* yang berhubungan dengan pengelolaan hutan. Lokasi hak adat tersebut digambarkan dalam bentuk peta. Masyarakat Dayak di desa tersebut sangat berinteraksi erat dengan hutannya, ditunjukkan dengan keberadaan hutan di kedua desa tersebut tersebut terjaga dan lestari serta dapat memenuhi kehidupan masyarakat desa.

Kata Kunci: Petak bahu, Pahewan, Sepan, Kaleka, Sandung

PENDAHULUAN

Pengelolaan hutan di Indonesia sampai saat ini belum menunjukkan kejelasan tentang hak kepemilikan (*property right*) atas lahan hutan. Hal ini telah menimbulkan implikasi yang kompleks. Di berbagai tempat terjadi persoalan saling klaim terhadap lahan hutan yang sama; konflik antara masyarakat dengan perusahaan, bahkan konflik antar etnis pun dapat dipicu oleh persoalan hak-hak atas hutan. *Property right* merupakan persoalan yang sangat penting sehubungan dengan performansi (keadilan, efisiensi, keberlanjutan) pengelolaan sumberdaya alam, termasuk sumberdaya hutan. *Property rights* sebenarnya bukan hanya menunjuk pada hubungan orang dengan barang atau benda, melainkan lebih menunjuk pada hubungan orang dengan orang lain. Hubungan tersebut ada aturan main yang disepakati bersama, baik sebagai kebiasaan, konvensi atau undang-undang.

Fakta yang ada, membuktikan bahwa saling klaim terhadap lahan hutan antara pengusaha HPH/IUPHHK/HTI sebagai mitra pemerintah dalam pengelolaan sumberdaya hutan, perusahaan pertambangan sebagai pemegang Ijin Pinjam Pakai Kawasan Hutan (IPPKH) dalam penggunaan kawasan hutan dengan masyarakat sudah berlangsung lama. Konflik kepemilikan lahan ini terjadi hampir di setiap areal HPH/IUPHHK/HTI dan IPPKH di Indonesia termasuk di Desa Humbang Raya dan Lahei, Kecamatan Mantangai Kabupaten Kapuas, Desa Jabiran Kecamatan Jabiren Raya Kabupaten Pulang Pisau, serta Kelurahan Petuk Barunai Kecamatan Rakumpit, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Kondisi seperti ini mengakibatkan ketidak pastian dalam mengusahakan sumber daya hutan dan penggunaan kawasan hutan.

Konflik lahan di kawasan hutan antara pengusaha HPH/IUPHHK dan IPPKH dengan masyarakat terjadi karena di satu sisi, pemilikan/hak penguasaan kawasan hutan oleh masyarakat lokal mengacu pada hukum adat yang didasarkan pada aspek historis-kultural dan fakta-fakta di lapangan, sedangkan pihak perusahaan pemegang HPH/IUPHHK dan IPPKH mendasarkan hak penguasaan kawasan hutan yang dikelolanya pada aturan hukum formal/legal. Kedua belah pihak bersikeras bahwa masing-masing dasar hukum yang diacu memiliki legalitas yang paling kuat. Selain itu Konflik tersebut juga terjadi karena para

pihak dalam pengelolaan hutan dan pengguna kawasan hutan ingin memperoleh manfaat jangka pendek berupa keuntungan yang maksimal tanpa memperhatikan aspek hukum dan kelestarian sumberdaya hutan itu sendiri.

Masalah hak adat masyarakat adat saat ini merupakan suatu hal yang bukan saja menjadi permasalahan internal negara, tetapi juga merupakan permasalahan dunia internasional. Ada beberapa hal mendasar yang berkaitan dengan hak adat masyarakat adat sebagai isu global, diantaranya: a). Hak adat masyarakat adat selalu berhubungan dengan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya akan menjadi obyek dari suatu kegiatan investasi. b). Hal ulayat selalu berhubungan dengan eksistensi kehidupan suatu masyarakat adat tertentu. c). Adanya perkembangan terhadap pengakuan hak asasi manusia yang semula hanya berorientasi kepada hak-hak individual kepada hak-hak yang bersifat kolektif, sehingga hak ulayat masyarakat adat kemudian menjadi sasaran perlindungan dan penegakan hak asasi manusia.

Khusus bagi Indonesia, pengakuan negara atas perlindungan hak adat dari masyarakat adat akan memberikan kesempatan kepada tumbuh dan berkembangnya hak adat yang secara nyata ada, berkembang dan diakui hampir di sebagian besar masyarakat Indonesia yang terdiri dari kesatuan-kesatuan masyarakat adat, walaupun dengan nama yang berbeda-beda. Masyarakat di Desa Humbang Raya dan Lahei, Kecamatan Mantangai Kabupaten Kapuas, serta Kelurahan Petuk Barunai Kecamatan Rakumpit, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah memiliki budaya dan adat istiadat sejak dahulu kala dan masyarakat ini telah hidup dalam kesatuan masyarakat hukum adat yang mempunyai hak-hak adat atas sumber daya alam terutama di kawasan hutan.

Di dalam Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan, khususnya pasal 5 menyatakan bahwa hutan berdasarkan statusnya terdiri dari hutan negara dan hutan hak, sedangkan hutan adat berada dalam yuridiksi hutan negara. Selanjutnya disebutkan bahwa pemanfaatan hutan adat hanya dapat dilakukan oleh masyarakat hukum adat yang menurut kenyataannya masih ada dan diakui keberadaannya, yaitu masyarakat hukum adat yang memenuhi unsur/kriteria sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 pasal 67 ayat 1 dan penjelasannya. Pada sisi lain, kenyataan bahwa negara ini pernah dan masih mengakui tentang keberadaan masyarakat adat dapat dilihat dalam pasal 18 Undang-Undang Dasar 1945 dan beberapa dokumen negara lainnya. Tuntutan masyarakat adat agar hak-hak mereka dan sistem pengelolaan sumber daya alam (hutan) yang telah mereka kembangkan diakui, dihormati dan dikembangkan harus dipandang secara positif sebagai suatu alternatif.

Selain itu dalam proses pembukaan lahan terkait perijinan Pinjam Pakai Penggunaan Kawasan Hutan seringkali juga terjadi konflik dengan masyarakat yang ada di lokasi kegiatan terkait dengan hak-hak masyarakat adat terhadap lahan, yang berpotensi dapat menghambat pelaksanaan kegiatan. Sehubungan dengan hal-hal tersebut di atas dan menyingkapi permasalahan konflik lahan yang sering terjadi maka diperlukan Studi hak ulayat masyarakat adat Dayak terkait dengan penggunaan kawasan hutan di wilayah kegiatan eksplorasi di Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Hak-hak adat masyarakat Dayak di wilayah Desa Humbang Raya dan Lahei, Kecamatan Mantangai Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Manfaat penelitian ini untuk mendapatkan informasi terkait hak-hak adat dan hak ulayat masyarakat

METODE PENELITIAN

Lokasi kajian meliputi: Desa Humbang Raya dan Desa Lahei, Kecamatan Mantangai, Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah. Data primer diperoleh dari wawancara dengan tokoh adat, tokoh masyarakat. Data sekunder diperoleh dari sumber di lapangan secara langsung melalui penelitian. Teknik pengumpulan data primer dilakukan dengan cara: a) observasi lapangan langsung. b). Wawancara untuk mendapatkan informasi langsung. Respondennya tokoh adat, tokoh agama, tokoh masyarakat, tokoh pemuda dan pemerintah desa. Data sekunder berupa repressi terkait yang berhubungan dengan penelitian. Selanjutnya letak instrumen adat di petakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi lapangan bahwa diperoleh instrumen dan hak-hak adat masyarakat Dayak di Desa Humbang Raya dan Desa Lahei Kecamatan Mantangai Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah, sebagai berikut yang ditampilkan pada Tabel 1.

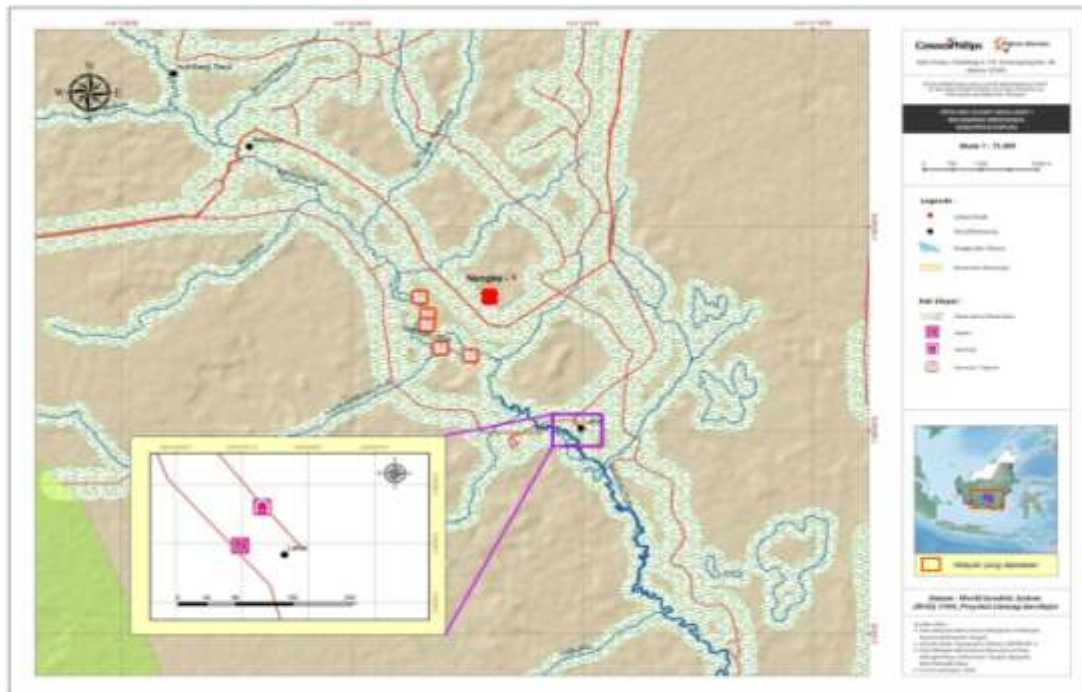
Tabel 1. Instrumen dan hak-hak adat masyarakat Dayak di Desa Hubang Raya dan Desa Lahei

No	Instrumen adat	Hak adat	Terletak
1.	Pasah Patahu	Berhajat bagi penjaga desa.	Desa Hubang Raya dan Desa Lahei
2.	Sandung Munduk	Tempat meletakkan tulang leluhur	Desa Lahei
3.	Tajahan Darung Bawan Tajahan Bukit Bagantung Tajahan Tawa Tajahan Kahui	Tempat berhajat yang berada pada hutan keramat, hutan sumber kehidupan	Tepi Sungai Mangkutup Desa Lahei
4.	Sepan Pahewan Darung Bawan	Telaga yang mengadunga air mineral dan tempat minum satwa	Tepi Sungai Mangkutup Desa Lahei, dekat <i>Tajahan Darung Bawan</i>
5.	Petak Bahu	Bekas ladang yang baru mengalami suksesi	Desa Lahei dan Desa Hubang Raya
6.	Kaleka Darung bawan	Bekas ladang tua dan menjadi hutan, awal pemukiman	Desa Lahei

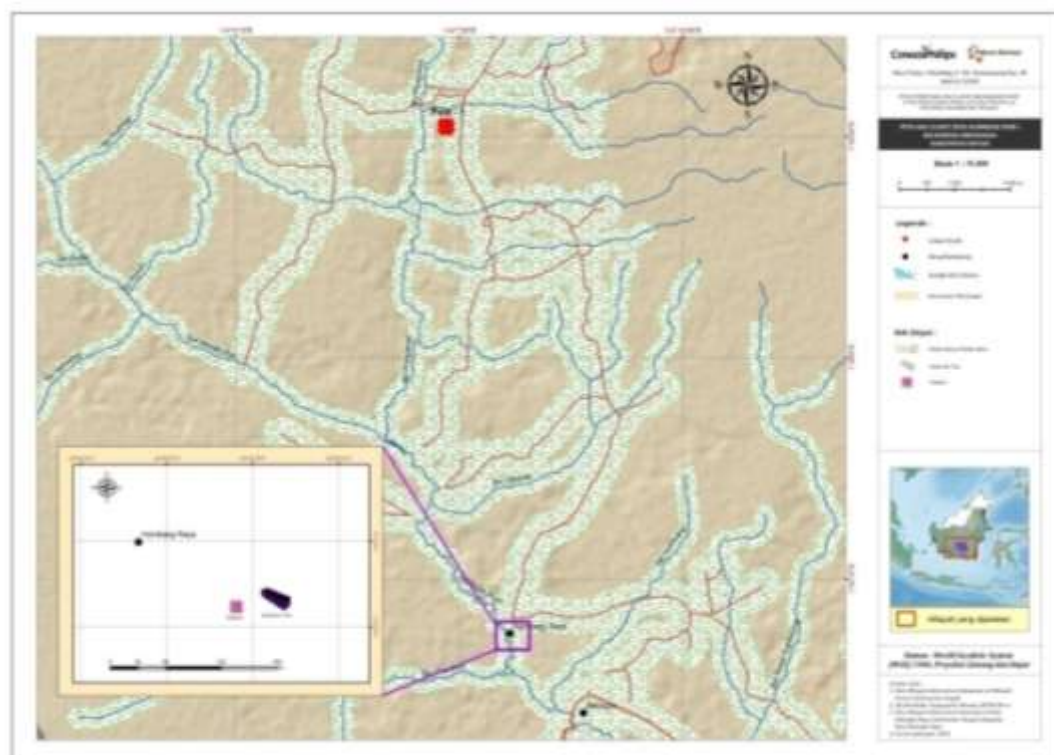
Kearifan lokal yang berhubgan dengan pengelolaan hutan oleh masyarakat Dayak di Desa Hubang Raya dan Desa Lahei Kecamatan Mantangai Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah, sebagai berikut yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kearifan Lokal Dayak Ngaju di Kelurahan Petuk Barunai, Desa Lahei dan Desa Humbang Raya

Aktifitas/ Sebaran Kegiatan Ritual	Tujuan	Pelaksana
Manyanggar	Meminta ijin kepada Tuhan Yang Maha Esa dalam membuka lahan dan hutan	Mantir Adat
Hinting Pali	Mencari jalan damai antara kedua belah yang bersengketa	Mantir Adat
Mapas Lewu	Berdamai dengan sang pencipta	Mantir Adat
Handep hapakat	Bekerjasama sejak menbas, membakar, menanamkan, hingga memanen merupakan rangkaian kearifan yang ditoreh dalam kebersamaan dan semangat cinta kasih.	Masyarakat
Malan manana	Membuka hutan untuk lahan pertanian tidak menetap. Dengan pola gilir balik. Para peladang suka memanfaatkan Jekau (hutan sekunder) dari pada empak (hutan primer)	Masyarakat
Mandup	Berburu binatang di hutan menggunakan ajing pemburu	Masyarakat
Mengan	Berburu binatang di hutan menggunakan alat berburu seperti senapan	Masyarakat
Mamisi	Memancing ikan dengan alat pancing yang sederhana	Masyarakat
Pati Pamali	Hukum adat yang berupa denda adat berupa pengatian kerugian dan lebih berat biasanya sampai "hukum sosial" yaitu rasa malu yang harus ditanggung oleh pelaku jika merusak kebun atau ladang orang lain	Mantir adat



Gambat 1. Lokasi Istrumen adat dan hak adat di Desa Lahei



Gamba 2 Lokasi Istrumen adat dan hak adat di Desa Hubang Raya

Letak instrumen hak-hak adat masyarakat Dayak di Dresa Lahei dan Desa Humbang Raya dapat ditampilkan pada Gambar 1 dan 2. *Pasah Patahu* yang berada di Desa Lahei, posisinya persis di di tengah Desa Lahei. Dimana fungsinya tempat memberikan persembahan kepada penjaga desa. Dimana ukurnya 1,5×2 meter, berbentuk rumah kecil serta adanya *hejan* (tangga manaiki rumah kecil. Didalamnya ada beberapa batu yang dikeramatkan. "...Setiap tahun dilaksanakan acara *mamapas lewu* dan di *Patahu* diletakan berupa makan, minuman, rokok dan sirih pinang. Keberadaan *sandung* yang menunjukan bahwa

suatu keluarga besar telah melaksanakan upacara besar yaitu *Tiwah*. Dari segi sosial, upacara *Tiwah* dapat dibedakan dalam dua aspek, yaitu pertama, sistem kekerabatan yang terdiri dari gotong royong, kerjasama, partisipasi serta organisasi adat, dan kedua sistem stratifikasi sosial, yang terdiri dari tingkatan kekayaan dan kekuatan ekonomi, tingkat pendidikan, dan tingkat status sosial (Dey *et al.* 2012). *Petak Bahu* merupakan bekas ladang yang berubah pola tanamnya menjadi agroforestry. Lahan tersebut ditanami dengan durian, cempedak, karet dan rotan dan tumbuh bersama dengan hutan alam yang mengalami proses suksesi. (Usop *et al.* 2008). Dimana sistem pengolahannya sistem tebas, tebang, bakar dan baru kemudian ditanam.

Tajahan-tajahan merupakan suatu lokasi yang dikeramatkan oleh Suku Dayak khususnya yang beragama Kaharingan. Dilokasi *Tajahan* didirikan rumah berukuran kecil sebagai tempat untuk menaruh sesajen sebagai tanda persembahan kepada roh-roh halus yang bersemayam di hutan. Rumah kecil tersebut biasanya disertai dengan beberapa patung kecil yang merupakan simbol atau replika dari anggota keluarga yang sudah meninggal dan roh orang meninggal tersebut diyakini berdiam dalam patung-patung kecil tersebut sehingga tidak mengganggu anggota keluarga yang masih hidup. Lokasi *Tajahan* biasanya pada kawasan hutan yang masih lebat dan terkesan angker dan sebab itu biasanya pada lokasi tempat tersebut dilarang melakukan aktivitas manusia seperti menebang hutan, berburu dan lain-lainnya. Konsep *Tajahan* sangat relevan dengan kegiatan upaya konservasi hutan karena didalamnya terdapat aspek perlindungan dan pengawetan keanekaragaman hayati (Alue 2010). Disamping itu masyarakat dapat memanfaatkan hutan tersebut sebagai sumber makanan seperti tersedianya sayuran *umbut*, *pakis*, *jamur*, *madu* dan *hewan buruan* (*babi hutan rusa*, *kijang*), sumber obat-obatan. Dimana pemanfaatannya tidak secara habis, dan dipergunakan seperlu untuk memenuhi kebutuhan sehari. Bila berlebihan atau merusak hutan tersebut maka seseorang akan kena *pali* (tulah) menurut Mahing (65 tahun) merupakan *Mantir adat* Desa Lahei.

Kaleka Darung Bawan oleh masyarakat desa Lahei. *Tanah kaleka*, adalah merupakan area bekas pemukiman yang disetujui secara bersama oleh para penghuninya untuk ditinggalkan pindah ketempat lain yang lebih baik, aman dan subur. Atas tanah *kaleka* ini, tidak diperkenankan untuk digarap atau dialihkan untuk penggunaan lainnya, karena area bekas permukiman adalah tempat yang sangat sakral, karena disitulah tempat darah manusia tertumpah pada saat dilahirkan dan disitulah tempat mereka dikuburkan dan di *Tiwah* yang dapat dilihat dari adanya bekas rumah betang, sandung dan berbagai peninggalan peradaban manusia yang hidup dan menetap pada lokasi tersebut (Riwut 2003, Dohong 2010, Nasir 2012, Rahu *et al.* (2013; 2014)). *Kaleka Darung Bawan* banyak ditumbuhi vegetasi hutan kerangas yang merupakan wilayah konservasi yang terjaga dengan adanya kerajinan lokal ini. Wilayah tersebut diakui keberadaannya oleh masyarakat adat karena keberadaannya sebagai tetap berhajat atau mengucup syukur kepada *Ranying Hatala Langing* (Tuhan Maha Pencipta). Wilayah Darung Bawan termasuk tipe hutan kerangas, dimana tipe hutan ini banyak didominasi oleh jenis pohon. Seperti Tumih (*Combretocarpus rotundatus* (Miq.) Danser)), Belawan (*Tristanopsis merguensis* Griff.). Tingkat kepadatan pohon semakin berkurang dengan bertambahnya tinggi pohon, menunjukkan pohon tersebut berebut unsur hara untuk pertumbuhannya. Tumbuhan tingkat bawah yang ada dilokasi tersebut yaitu: kantong semar (*Nepenthes* spp), Karamunting (*Rhodomirtus tomentosa* atau *Ochthocharis bornensis* Bl), anggrek hutan dan lumut. Berdasarkan konsep konservasi hutan kerangas termasuk wilayah Nilai Konservasi Tinggi (NKT) 1,2, 3,4,5 dan 6 (Toolkit NKT 2012). Bila ekosistem terbuka maka keberadaan *Kaleka Darung Bawan* dan sekitarnya akan mengalami degradasi dan deforestasi.

Sepan-Pahewan Darung Bawan berdekatan dengan *Tajahan Darung Bawan* dimana jaraknya 200 m, dengan luasnya 200 m². *Sepan-pahewan* tersebut berfungsi sebagai sumber air minum bagi binatang seperti rusa, kijang hutan, babi. Dimana ditunjukan adanya jejak kaki binatang babi menuju telaga tersebut. Perlindungan lokasi *sepan-pahewan* sangat relevan dengan konsepsi perlindungan satwa pada konservasi modern dan *high conservation*

Masyarakat Dayak yang ada di Desa Lahei dan Desa Hubang Raya mempunyai hak-hak adat yang berhubungan dengan hutan disekitarnya. Mereka menghargai hutan dan mengelolanya untuk mengharagai penciptanya. Sehingga keberadaan hutannya terjaga dan lestari. Ada beberapa aspek yang terdapat hak-hak adat yang berhubungan dengan pengelolaan hutan tersebut yaitu: aspek moral, aspek dogmatis, aspek religius, aspek upaya konservasi sumber daya hutan dan bersifat global.

KESIMPULAN

1. Hak-hak adat yang berhubungan dengan pengelolaan hutan yaitu *Petak bahu, Tajahan, Sepan, Kaleka* dan *Tatas*.
2. Instrumen adat berupa: *Pasah patahu, Sandung* dan *Kuburan tua*.
3. Keraifan lokal yang berhubungan dengan pengelolaan hutan yaitu: *Malan satiar, Mandum, Mengan, Manugal, Mebawau, Mite patendu, Membagi eka malan, Sahelo bara mandirik, Maneweng, Manyangar* dan *Hinting Pali* yang berhubungan dengan pengelolaan hutan

DAFTAR PUSTAKA

- Dey. N. P., Suwartiningsih. S., Purnomo. D. 2012. *Aspek Budaya Sosial Dan Ekonomi Dari Tiwah (Upacara Masyarakat Dayak Tomun Lamandau)* . KRITIS, Jurnal Studi Pembangunan Interdisiplin Vol. XXI, No. 2, 2012: 174-191
- Dohong, Alue. 2009. Kearifan Lokal Suku Dayak dalam Perlindungan Flora dan Fauna Endemik. <http://aluedohong.blogspot.com/2009/05/kearifan-lokal-dayak-dalam-perlindungan>. 22 Nopember 2010.
- Rahu A. A. , Hidayat. K, Ariyadi. M, Hakim. L., 2014. *Management of Kaleka Traditional Gardens) in Dayak community in Kapuas, Central Kalimantan*. International ournal of Science and Research (IJSR) ISSN (Online): 2319-7064. Volume 3 Issue 3, March 2014 www.ijsr.net
- Rahu. A. A. , Hidayat. K, Ariyadi. M, Hakim. L., 2013. *Ethnoecology of Kaleka: Dayak's Agroforestry in Kapuas, Central Kalimantan Indonesia*. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences* ISSN 2320-6063 Vol. 1(8), 5-12, September (2013) *Res. J. Agriculture and Forestry Sci*
- Riwut C. 2003. *Maneser Panatau Tatu Hiang. Penyunting Nila Riwut*. Penerbit Pusakalima. Palangka Raya.
- Usop et al. 2008. *Pengelolaan perkebunan sawit berkelanjutan di Kalimantan Tengah tahun 2008* [Sustainable management of oil palm plantations in Central Kalimantan 2008]. Bogor, Indonesia: Sawit Watch. Draft.

PENGEMBANGAN TANAMAN PENGHASIL KAYU BAMBANG LANANG (*Michelia champaca*): BAGIAN DARI STRATEGI PENGHIDUPAN MASYARAKAT DI PEDESAAN SUMATERA SELATAN

Bondan Winarno, Sri Lestari, Edwin Martin dan Ari Nurli

Balai Penelitian Kehutanan Palembang
Jalan Kol. H. Burlian Km. 6,5 Pundi Kayu, Palembang, Sumatera Selatan
e-mail: bondanw2308@gmail.com

ABSTRAK

Kayu masih menjadi sumberdaya yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai penggunaan. Walaupun tergolong sebagai sumberdaya yang dapat diperbaharui namun keberadaannya terus mengalami penurunan potensi karena kebutuhan yang semakin meningkat. Kemampuan hutan alam untuk memasok bahan baku kayu tidak dapat diandalkan lagi karena degradasi dan deforestasi terus terjadi. Potensi bahan baku kayu sebenarnya bisa dikembangkan dari lahan milik rakyat dengan berbagai pola pengaturan disesuaikan dengan kondisi biofisik dan sosial ekonomi masyarakat. Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis budidaya kayu bambang lanang melalui pendekatan penghidupan masyarakat desa. Tulisan ini dibuat berdasarkan studi yang telah dilakukan di Kabupaten Empat Lawang dan Kota Lubuklinggau, Provinsi Sumatera Selatan. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman kayubambang lanang (*Michelia champaca*) telah dibudidayakan masyarakat dengan ciri: (1) minim input sumberdaya; (2) sebagian besar dibudidayakan dengan pola campuran; (3) bukan tanaman prioritas; (4) berfungsi sebagai jaring pengaman sosial ekonomi rumah tangga, dan; (5) akses jalan lokasi budidaya yang relatif baik. Kondisi budidaya bambang lanang pada ketiga desa yang diamati berada pada kondisi yang dominan subsisten dan *survival strategy*, campuran subsisten dan investasi untuk akumulasi kekayaan, dan dominan orientasi pasar untuk akumulasi kekayaan. Berkaitan dengan kondisi tersebut, pengembangan tanaman kehutanan lainnya di masa depan perlu memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan pola penghidupan masyarakat, stabilitas sosial ekonomi masyarakat dan tidak hanya indikator keberhasilan program sesaat. Keluwesan program kehutanan untuk dapat berperan produktif bagi penghidupan masyarakat merupakan hal penting untuk dapat diterapkan di masa depan.

Kata kunci: penghidupan masyarakat pedesaan, kayu bambang lanang, lahan milik

PENDAHULUAN

Kayu masih menjadi komoditas penting dari hutan di Indonesia walaupun produksinya terus mengalami penurunan karena berbagai sebab. Degradasi dan deforestasi diyakini banyak pihak berperan cukup nyata terhadap penurunan produksi kayu dari kawasan hutan. Dalam kurun waktu 8 tahun, produksi kayu bulat dari kawasan hutan oleh perusahaan HPH (hak perusahaan hutan) turun secara drastis dari 8,1 juta m³ pada tahun 2004 menjadi 5,3 juta m³ pada tahun 2012 (www.bps.go.id). Penyediaan bahan baku kayu dari luar kawasan hutan dapat menjadi salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan kayu yang terus meningkat dan kemampuan hutan alam yang semakin rendah dalam menyediakan kayu. Pada tahun 2013, bahan baku kayu bulat yang berasal dari lahan milik dan hutan rakyat telah memasok 46,9% (23 juta m³) dari kebutuhan kayu nasional yang mencapai 49 juta m³ (Dirjen BPDS PS, 2014). Sedangkan sisanya dipasok dari hutan tanaman industri, hutan produksi Perhutani dan hutan alam. Kondisi ini menunjukkan peran lahan milik dan hutan rakyat yang semakin nyata dalam memasok kebutuhan kayu bulat nasional. Potensi kayu dari lahan milik dan hutan rakyat di Pulau Jawa mencapai 78,7 juta m³ dan di luar Pulau Jawa mencapai 912 juta m³ (Dirjen BP DAS PS, 2014).

Di Sumatera Selatan, tanaman penghasil kayu juga mulai banyak diproduksi dari lahan milik dan hutan rakyat. Jenis kayu lokal seperti bambang lanang (*Michelia champaca*) telah lama dibudidayakan masyarakat pada kebun kopi dan karet milik masyarakat di daerah Lahat dan Empat Lawang. Kayu ini digunakan oleh

masyarakat sebagai bahan konstruksi bangunan rumah panggung. Bahkan sebagian besar kayu yang digunakan untuk konstruksi dan industri kecil di Kabupaten Empat Lawang saat ini berasal dari lahan milik. Minat masyarakat untuk menanam bambang lanang mulai tumbuh di beberapa kabupaten di Sumatera Selatan baik secara swadaya maupun difasilitasi oleh program pemerintah.

Berkembangnya hutan rakyat tidak hanya berkaitan dengan produksi kayu semata namun juga berhubungan dengan sistem penghidupan masyarakat, khususnya di pedesaan. Bila paradigma pembangunan kehutanan sebelumnya hanya terkait dengan faktor flora, fauna, dan ekosistemnya maka saat ini faktor masyarakat dalam pembangunan kehutanan menjadi subyek penting (Awang, 2013). Penghidupan dalam arti yang sederhana adalah cara untuk hidup (Chambers dan Conway, 1991). Penghidupan masyarakat memiliki pengertian yang lebih luas dari hanya strategi cara hidup, yaitu berkaitan dengan taktik dan aksi yang dibangun oleh individu atau kelompok untuk mempertahankan dan memperbaiki status kehidupan dengan tetap mempertahankan eksistensi infrastruktur sosial, struktur sosial dan sistem nilai budaya yang berlaku (Darmawan, 2007). Konsep penghidupan berkelanjutan menjadi relevan untuk mencoba memahami berkembangnya budidaya tanaman kayu pada lahan milik. Penghidupan berkelanjutan menunjukkan penghidupan masyarakat yang mampu bertahan dan melakukan perbaikan terhadap tekanan hidup dan krisis yang terjadi tanpa mengorbankan sumberdaya alam yang berada di sekitarnya (Chambers dan Conway, 1992).

Budidaya tanaman kayu bambang lanang merupakan bagian dari sistem penghidupan masyarakat di pedesaan yang mengandalkan sumberdaya lahan sebagai aset penting bagi penghidupan masyarakat desa. Walaupun komoditas perkebunan seperti karet, kelapa sawit dan kopi menjadi komoditas unggulan masyarakat Sumatera Selatan namun budidaya tanaman kayu bambang masih diminati sebagian masyarakat di Sumatera Selatan. Oleh karena itu tulisan bertujuan untuk menganalisis budidaya kayu bambang lanang melalui pendekatan penghidupan masyarakat desa. Upaya memahami perkembangan budidaya bambang lanang pada lahan milik dari sudut pandang penghidupan masyarakat diharapkan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengembangan komoditas kehutanan di luar kawasan hutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada lokasi asal kayu bambang lanang di daerah Kabupaten Empat Lawang dan pada daerah pengembangan di Kota Lubuklinggau. Kabupaten Empat Lawang merupakan daerah asal kayu bambang lanang yang banyak ditemukan pada kebun-kebun milik masyarakat. Saat ini kayu bambang lanang menjadi salah satu jenis kayu yang memiliki kontribusi penting bagi pemenuhan kebutuhan kayu pertukangan di Kabupaten Empat Lawang. Kota Lubuklinggau merupakan daerah pengembangan kayu bambang lanang. Kayu jenis ini tidak pernah ditemukan secara alami di daerah Lubuklinggau dan belum pernah dibudidayakan oleh masyarakat sebelumnya. Umur tanaman ini yang tertua berdasarkan hasil identifikasi berumur sekitar 8 tahun atau ditanam pada tahun 2006. Penelitian dilaksanakan dari bulan Agustus-November 2012 dan bulan Juni-Oktober 2013

Penelitian ini dilakukan melalui serangkaian kegiatan dari tahap persiapan sampai dengan pelaksanaan pengumpulan data di lapangan. Kegiatan diawali dengan pra survey untuk mengumpulkan informasi awal mengenai budidaya bambang lanang pada beberapa calon lokasi penelitian. Hasil kegiatan pra survey kemudian dijadikan dasar dalam menentukan lokasi penelitian yang kondisinya mewakili kondisi budidaya bambang lanang di kabupaten/kota tersebut dengan pertimbangan kemudahan akses transportasi, keterbukaan komunikasi masyarakat desa dengan peneliti dan kondisi sosial politik desa yang kondusif. Pengumpulan data dilakukan melalui survey rumah tangga, wawancara terhadap informan kunci, diskusi dan observasi lokasi penelitian. Data lainnya yang berkaitan dengan statistik kependudukan, kewilayahan, kegiatan program kehutanan terkait diperoleh dari lembaga-lembaga pemerintah terkait.

Analisis data hasil penelitian dilakukan secara kualitatif. Data yang diperoleh direduksi dan dipilih berdasarkan tema penelitian yang dilakukan. Pengelompokan data dan tabulasi dilakukan untuk memudahkan memahami fakta-fakta yang terjadi di lapangan dan dihubungkan dengan konsep penelitian. Fakta-fakta hasil survey di lapangan kemudian dicek ulang melalui diskusi, wawancara serta observasi lapangan untuk memperoleh data yang valid. Hubungan antar fakta dianalisis melalui data yang diperoleh dan dihubungkan dengan konsep yang digunakan dalam penelitian untuk memahami fenomena yang terjadi dan mengambil kesimpulan dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi lokasi dan pelaku budidaya bambang lanang

Bagi masyarakat di Kabupaten Empat Lawang, jenis kayu bambang lanang telah lama dikenal masyarakat yang tumbuh di kebun-kebun milik masyarakat. Tanaman kayu bambang ditemui hampir di seluruh desa di kabupaten ini dengan kondisi umur dan jumlah yang bervariasi. Biasanya tanaman ini ditemui di sela-sela dan pinggir kebun masyarakat sebagai salah satu komponen tanaman dalam kebun campuran masyarakat. Kopi dan karet menjadi komoditas prioritas pada kebun-kebun milik masyarakat. Sedangkan tanaman lainnya yang ditemui pada kebun tersebut seperti durian, duku, rambutan, bembem, nangka, cempedak dan jenis tanaman lainnya menjadi komponen penyusun kebun membentuk suatu ekosistem kebun campuran. Kebun campuran menjadi ciri khas penggunaan lahan yang dilakukan masyarakat yang telah bertahan dari generasi ke generasi.

Kabupaten Empat Lawang merupakan kabupaten baru hasil pemekaran dari Kabupaten Lahat yang dibentuk pada tahun 2007. Perekonomian kabupaten ini mengandalkan sektor pertanian dan perkebunan sebagai penyumbang PDRB terbesar kabupaten yang diperkirakan mencapai 38,82% pada tahun 2013 (BPS Kabupaten Empat Lawang, 2014). Pertumbuhan sektor pertanian cenderung lambat dan tidak stabil dan secara umum mengalami perlambatan sehingga dibutuhkan kebijakan untuk mendukung pembangunan sektor pertanian yang menjadi mata pencaharian sebagian besar masyarakat Empat Lawang. Masa depan sektor pertanian dikhawatirkan tidak akan mampu menopang perekonomian Empat Lawang pada masa depan (BPS Kabupaten Empat Lawang, 2014). Secara umum kegiatan pertanian yang dilakukan masyarakat Empat Lawang didominasi oleh kegiatan perkebunan dan tanaman pangan yang menyumbang lebih dari 70% PDRB di sektor pertanian pada tahun 2013 (BPS Kabupaten Empat Lawang, 2014).

Kondisi topografi di Empat Lawang sebagian besar (72%) berada pada kondisi datar dan bergelombang. Kebun campuran kopi dan karet di Empat Lawang sebagian besar berada pada kondisi topografi tersebut. Kayu bambang ditemui pada berbagai kondisi topografi kebun seperti di daerah mendatar, lembah dan punggung bukit. Bentuk manfaat yang dapat diperoleh menjadi pertimbangan masyarakat dalam membudidayakan suatu tanaman tertentu. Manfaat yang dapat diambil tersebut saat ini bukan hanya untuk kepentingan subsisten tapi juga untuk kepentingan komersial.

Kayu bambang merupakan komoditas baru bagi masyarakat di Kota Lubuklinggau. Walaupun wilayah kota Lubuklinggau berdekatan dengan wilayah Kabupaten Empat Lawang, yaitu sekitar 100 km, namun informasi mengenai budidaya bambang lanang baru dikenal pada dekade tahun 2000-an. Tanaman penghasil kayu bukanlah hal yang menarik bagi masyarakat Lubuklinggau karena komoditas penting yang berasal dari daerah ini adalah karet, padi dan kopi (BPS Kota Lubuklinggau, 2014). Saat ini sektor pertanian secara umum bukanlah sektor perekonomian unggulan di Kota Lubuklinggau. Namun hal yang menarik dari kota Lubuklinggau adalah masih ditemuinya areal persawahan dan perkebunan rakyat yang cukup luas di daerah ini yang menjadi sumber penghidupan masyarakat di daerah pinggiran kota.

Kota Lubuklinggau terletak di daerah perlintasan jalur jalan lintas Sumatera menuju Bengkulu dan Jambi. Lokasinya cukup strategis sehingga perkembangan perekonomian di wilayah ini berkembang relatif cepat dibandingkan dengan wilayah lainnya. Kota ini mengandalkan kegiatan pada sektor tersier (perdagangan, hotel, bangunan dan jasa lainnya) sebagai penggerak utama kegiatan ekonomi dengan kontribusi pada tahun 2012 mencapai 62,94% terhadap PDRB (BPS Kota Lubuklinggau, 2014). Seiring dengan berkembangnya jumlah penduduk dan peran sektor jasa yang semakin besar dalam perekonomian maka Lubuklinggau merupakan pasar potensial bagi produk kayu, termasuk kayu bambang. Kondisi ini bisa menjadi potensi bagi kegiatan budidaya kayu bambang pada lahan milik, terutama pada daerah perkebunan yang terletak di pinggir kota.

Secara umum, karakteristik responden di ketiga desa (Tabel 1) dapat diuraikan sebagai berikut. Sebagian besar berumur di bawah 50 tahun dan pendidikannya sebagian besar setingkat SD. Hal ini menunjukkan bahwa responden berada pada umur produktif yang memiliki peluang untuk melakukan kegiatan pengolahan lahan yang aktif dan memiliki keinginan untuk mencoba hal-hal baru dalam budidaya tanaman. Pendidikan secara umum dapat berpengaruh dalam membangun pemahaman dan pengetahuan serta pola pikir masyarakat terhadap budidaya tanaman. Penguasaan lahan rata-rata responden relatif cukup luas, termasuk di Taba Baru yang termasuk dalam wilayah urban. Pilihan sumber pendapatan masyarakat yang berasal dari lahan di Desa Kemang Manis relatif beragam dibandingkan dengan kedua desa lainnya. Sawah tidak ditemukan di Desa Ulak Mengkudu dan jarang ditemukan di Desa Kemang Manis. Sebagian masyarakat di Desa Kemang manis juga bekerja di luar sektor pertanian seperti PNS, pegawai swasta, dan

sektor jasa. Kayu masih menjadi bahan baku penting bagi konstruksi rumah responden di ketiga desa sehingga bahan baku kayu masih dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan jangka panjang (>10 tahun).

Tabel 1. Karakteristik responden penelitian di tiga desa

Karakteristik	Desa/Kelurahan		
	Taba Baru	Ulak Mengkudu	Kemang Manis
Jumlah responden (KK)	58	41	40
Umur (tahun dalam %)			
- 20 – 29	13,79	0	7,5
- 30 – 39	27,58	29,27	47,5
- 40 – 49	18,97	19,51	25
- 50 – 59	13,79	31,71	7,5
- $\geq$ 60	25,86	19,51	12,5
Pendidikan (%)			
- Tidak sekolah	0	5	2,5
- SD	75,86	50	40
- SMP	17,24	32,5	32,5
- SMA	6,90	15	25
- Perguruan tinggi	0	0	0
Jumlah tanggungan rata-rata per KK (jiwa)	3	3	3
Luas lahan rata-rata per KK (ha)	2,54	2,11	1,80
Jumlah bidang lahan rata-rata per responden	1	2	2
Jarak rata-rata dari kebun ke jalan yang bisa dilewati kendaraan (km)	0,36	1	3
Pendapatan rata-rata per bulan (Rp)	1.729.241	1.389.756	1.836.013
Komoditas penting sumber pendapatan	Karet	Kopi, sebagian kecil karet	Padi, karet dan kopi
Kondisi rumah (%)			
- Dominan tembok	43,10	27,5	41,46
- Dominan kayu	56,90	72,5	58,54

Sumber: data primer penelitian (diolah)

Budidaya kayu bambang lanang pada lahan milik berkaitan dengan penghidupan masyarakat

Kondisi budidaya bambang lanang pada kedua desa secara umum memiliki persamaan walaupun inisiatif budidayanya berbeda. Kayu ini sebagian besar dibudidayakan secara campuran dengan tanaman perkebunan seperti kopi, karet dan sawit. Kayu ini biasanya ditanam pada kebun yang sudah ditanami berbagai jenis tanaman walaupun pada beberapa kasus ditanam serempak dengan tanaman kopi, karet atau sawit rakyat. Kayu ini telah lama dikenal di Desa Ulak Mengkudu dan Kemang Manis dari generasi ke generasi sedangkan di Kelurahan Taba Baru kayu bambang lanang baru dikenal dan dibudidayakan pada tahun 2006 melalui program Gerakan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GERHAN). Budidaya bambang lanang dilakukan secara swadaya oleh masyarakat di Ulak Mengkudu dan di Kemang Manis diinisiasi melalui program pemerintah. Budidaya tanaman ini dilakukan oleh masyarakat di kedua desa pada lahan milik. Berikut ini bentuk-bentuk strategi budidaya bambang lanang yang dilakukan masyarakat :

1. Minim input sumberdaya

Masyarakat pada semua lokasi penelitian masih memiliki pengetahuan bahwa tanaman penghasil kayu sama seperti tumbuhan berkayu yang tumbuh alami di kebun yang dapat hidup tanpa pemeliharaan. Budidaya tanaman penghasil kayu merupakan hal yang baru bagi sebagian besar masyarakat di lokasi penelitian. Hal ini dapat dipahami karena kayu selama ini dapat diperoleh dengan mudah dari tumbuhan yang ada di sekitar masyarakat dan tanaman/tumbuhan kayu memerlukan umur panen yang lama dan hasilnya hanya berupa kayu yang diperoleh satu kali dalam kurun waktu tertentu. Nilai hasil yang diperoleh masyarakat dari kayu tersebut relatif kecil karena dengan waktu panen yang relatif lama. Dengan mempertimbangkan hal tersebut maka masyarakat cenderung untuk mengalokasikan input sumberdaya seminimal mungkin dalam budidaya tanaman bambang lanang. Minimnya alokasi tersebut dapat diamati dari hal-hal:

- Pada daerah yang telah lama melakukan budidaya, sebagian besar bibit bambang lanang berasal dari cabutan alam dan bibit yang tumbuh alami di kebun untuk memudahkan kegiatan pembibitan. Kondisi bibit yang berasal dari alam tersebut belum tentu tumbuh dengan baik sesuai harapan namun bibit cabutan alam memberikan kemudahan bagi masyarakat untuk mengakses bibit dari sekitar kebun mereka.
 - Kegiatan pemeliharaan terhadap tanaman kayu bambang lanang jarang sekali dilakukan oleh masyarakat. Alokasi sumberdaya, baik finansial maupun tenaga kerjadigunakan untuk kegiatan lainnya yang dapat memberi manfaat sosial ekonomi masyarakat dalam waktu singkat.
2. Budidaya sebagian besar dilakukan secara campuran dengan tanaman lain dan hanya sebagian kecil saja dilakukan secara monokultur

Pada lokasi yang telah lama mengenal bambang lanang, tanaman ini dibudidayakan pada lahan yang telah ditanami berbagai macam jenis tanaman. Penanamannya memanfaatkan ruang tersedia di kebun dan cenderung tidak teratur karena kadang-kadang masyarakat hanya membiarkan tanaman bambang lanang yang tumbuh alami di kebun. Hal ini menyebabkan jumlah tanaman rata-rata bambang lanang berkisar antara 20 batang per responden di kebun di Ulak Mengkudu sampai dengan 34 batang per responden di Kemang Manis. Dibandingkan dengan luasan lahan rata-rata yang dikuasai oleh responden di kedua desa tersebut, jumlah tanaman tersebut sedikit. Namun hal menarik dari kondisi tersebut adalah keberadaan kayu bambang lanang di kedua desa terus bertahan dari generasi ke generasi. Bahkan ada satu orang responden di Desa Kemang Manis membudidayakannya secara monokultur, namun hal ini kasus di luar kondisi umum yang berlaku dan jarang sekali terjadi.

Pada lokasi yang baru mengenal bambang lanang, jenis tanaman ini sebagian besar ditanam secara campuran di sela-sela tanaman karet. Selain ditanam pada kebun karet yang telah menghasilkan getah, bambang lanang juga ditanam serentak dengan tanaman karet baru. Jumlah tanaman bambang lanang yang berada di kebun masyarakat rata-rata sekitar 100 batang per orang dan relatif seragam jumlahnya karena berasal dari bantuan program pemerintah. Penanaman dilakukan secara teratur dengan jarak tanam bervariasi dan relatif rapat, yaitu 2 x 2 m, 2 x 3 m, dan 2 x 4 m. Penanaman campuran dipilih warga untuk mengurangi risiko kerugian yang mungkin dihadapi karena kegagalan tanaman dan memanfaatkan ruang tersedia di kebun.

Pada prinsipnya, pola budidaya campuran merupakan pilihan yang dilakukan masyarakat pedesaan untuk memperoleh beragam manfaat dari beragam jenis tanaman dalam kurun waktu yang berbeda. Kondisi budidaya campuran tersebut mencirikan sumberdaya hutan yang berfungsi menata keseimbangan ekologis, sosial dan ekonomi (Awang, 2013). Oleh karena itu pola budidaya bambang lanang dengan pola campuran memberikan peluang bagi masyarakat untuk memperoleh manfaat selain dari tanaman perkebunan yang dibudidayakan masyarakat seperti kopi, karet dan sawit.

3. Bambang lanang bukan tanaman prioritas dalam strategi penggunaan lahan

Tanaman perkebunan menjadi pilihan utama dalam penggunaan lahan oleh masyarakat. Kopi dan karet telah menjadi komoditas utama yang memiliki nilai sejarah yang panjang dalam penggunaan lahan oleh masyarakat di lokasi penelitian. Kebun kopi dan kebun karet menjadi tujuan dalam penggunaan lahan oleh masyarakat. Kedua tanaman tersebut memiliki peran sosial ekonomi yang penting bagi rumah tangga di lokasi penelitian dan menjadi sumber pendapatan utama hampir seluruh masyarakat.

Selain tanaman perkebunan, tanaman buah-buahan seperti durian, duku, mangga, bembem, pisang, petai, jengkol juga menjadi tanaman pilihan masyarakat setelah tanaman perkebunan. Hasil buah-buahan yang diperoleh setiap musimnya dapat mendukung pendapatan rumah tangga. Perbedaan waktu panen dari beragam jenis buah-buahan memberikan peluang kepada masyarakat untuk memperoleh hasil berkesinambungan dalam kurun waktu tertentu.

Tanaman kayu seperti bambang lanang bukan menjadi tanaman pilihan utama. Tanaman ini menjadi tanaman pendukung di kebun yang sewaktu-waktu hasil kayunya dapat digunakan sendiri sebagai bahan konstruksi atau dijual untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga lainnya. Karakter umur panen yang lama dan hasilnya yang hanya berupa kayu menjadi pertimbangan masyarakat untuk menempatkannya sebagai tanaman pendukung di kebun. Aspek keberlanjutan hasil, umur panen tanaman dan nilai finansial komoditas menjadi pertimbangan masyarakat dalam melakukan prioritas jenis tanaman yang dibudidayakan.

4. Hasil kayunya belum dipertimbangkan dalam pendapatan rumah tangga, namun berfungsi sebagai jaring pengaman sosial ekonomi rumah tangga

Hasil kayu yang membutuhkan umur panen yang lama dan hasilnya tidak berkelanjutan dalam jangka waktu yang pendek menjadikan bambang lanang selama ini tidak diperhitungkan dalam pendapatan rumah tangga. Seringkali masyarakat menggunakan kayu ini untuk kepentingan sendiri sehingga tidak dijual dan tidak dimasukkan sebagai sumber pendapatan rumah tangga. Seringkali masyarakat memanfaatkan hasil kayu hanya sesekali saja dalam kurun waktu 12-15 tahun untuk memenuhi kebutuhan sendiri. Penebangan yang dilakukan biasanya tebang butuh ketika masyarakat membutuhkannya dan prioritas untuk memenuhi kebutuhan sendiri. Penjualan kayu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan terencana di masa depan seperti membiayai anak sekolah, perayaan pernikahan dan membeli barang-barang kebutuhan rumah tangga. Penjualan kayu juga dilakukan untuk memenuhi kebutuhan yang bersifat darurat seperti membiayai perawatan anggota keluarga yang sakit, membayar hutang dan sebagai modal usaha tani dan non tani lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa peran tanaman kayu tidak bisa dinikmati dalam jangka pendek dan dapat dirasakan manfaatnya pada kondisi-kondisi tertentu untuk menjaga stabilitas sosial ekonomi rumah tangga.

Tabel 4. Tujuan penanaman bambang lanang

Tujuan menanam dan memelihara	Jumlah responden	
	Ulak Mengkudu	Kemang Manis
Penggunaan sendiri (membangun dan renovasi rumah)	9	21
Alternatif aset masa depan	10	17
Biaya sekolah anak	5	9
Kebutuhan mendesak	12	9
Alternatif modal usaha	0	0

Keterangan: pilihan responden lebih dari 1 tujuan

5. Lokasi budidaya relatif dapat diakses dengan baik

Kondisi akses yang mudah menjadi hal penting dalam budidaya bambang Lanang. Hal ini akan berdampak terhadap kemudahan panen nantinya. Oleh karena itu masyarakat biasanya menanam kayu bambang lanang di kebun pada lokasi yang mudah dalam penebangan dan tidak menimbulkan kerusakan berarti terhadap tanaman lainnya. Lokasi kebun juga berada pada daerah yang relatif dekat dengan jalan sehingga memudahkan pengangkutan dan meminimalisir biaya yang dikeluarkan. Hal ini berujung pada nilai finansial kayu yang relatif tinggi dengan biaya pemanenan dan pengangkutan yang rendah.

Dinamika budidaya bambang lanang pada lahan milik dan pembelajarannya bagi program kehutanan sejenis

Masyarakat memiliki pandangan dan sikap yang dinamis terhadap keberadaan kayu bambang lanang pada kebun yang dikelolanya. Hal tersebut dapat diamati pada daerah yang telah lama mengenal bambang lanang maupun pada daerah yang baru mengenalnya. Bambang lanang dulunya hanya dianggap sebagai tanaman penghasil kayu yang kurang potensial di kebun karena keberadaan sumberdaya kayu jenis lain yang memiliki kualitas lebih baik masih melimpah. Kayu bambang lanang walaupun telah digunakan masyarakat namun belum menjadi pilihan utama sebagian besar masyarakat. Bahan baku kayu dari kawasan hutan masih cukup mudah diakses karena stoknya yang melimpah dan tidak ketatnya pengawasan dari aparat yang berwenang. Perubahan-perubahan yang terjadi pada kawasan hutan dengan kondisi sumberdaya kayu yang semakin berkurang mendorong masyarakat untuk mencari sumber lain sebagai sumber bahan baku kayu. Bambang lanang yang berada pada lahan milik dalam kondisi ini menjadi salah satu pilihan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan ekologis mendorong masyarakat untuk menggunakan sumberdaya yang dimilikinya dalam memenuhi penghidupannya (Chambers and Conway, 1991; Scoones, 1998).

Pada daerah Ulak Mengkudu dan Kemang Manis, bambang lanang secara alami telah berkembang menjadi komoditas kebun yang memberikan peluang bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya selain dari jenis tanaman perkebunan. Kebun campuran yang dibangun dan dipertahankan selama ini merupakan bentuk strategi diversifikasi dari pola penghidupan masyarakat. Keberadaan bambang lanang secara umum masih bersifat untuk memenuhi kebutuhan sendiri dan sedikit yang mulai memberikan fokus untuk komersialisasi. Hal ini dapat diindikasikan dengan masih sangat terbatasnya pengetahuan masyarakat

terhadap budidaya bambang lanang (sebagian besar masih mengandalkan alam, minim pengetahuan pembibitan dan belum banyak terpengaruh orientasi pasar).

Lahan masih menjadi andalan sumber pendapatan bagi sebagian besar masyarakat di Ulak Mengkudu dan sumber pendapatan lain yang bersifat non pertanian belum berkembang. Masyarakat secara umum masih memprioritaskan penghidupannya terhadap jenis-jenis tanaman potensial yang dapat memberikan manfaat dalam waktu singkat dan berkelanjutan. Sebagian kebun kopi masyarakat saat ini sudah tidak produktif dan kebun karet belum lama berkembang. Kedua komoditas ini menjadi sumber pendapatan penting bagi masyarakat. Sedangkan sawah tidak banyak ditemui di Desa Ulak Mengkudu. Pilihan pekerjaan di desa yang bersifat non pertanian masih terbatas sehingga pilihan sumber penghidupan masyarakat yang belum berkembang menyebabkan belum stabilnya kondisi pendapatan rumah tangga yang berlaku secara umum. Kondisi inilah yang menunjukkan perkembangan budidaya bambang lanang bersifat stagnan dan menurut Dharmawan dan Manig (2000) situasi ini berada pada tahapan penghidupan *strategy of survival*. Kayu ini selain ditempatkan sebagai sumber pemenuhan kebutuhan sendiri juga sebagai aset yang dapat dijual dalam kondisi darurat.

Desa Kemang Manis terletak dekat dengan ibukota Kabupaten Empat Lawang dan bambang lanang telah lama dikenal. Pilihan sumber penghidupan masyarakat di desa ini mulai berkembang. Walaupun sebagian besar masyarakatnya bekerja pada sektor pertanian, namun pilihan untuk bekerja pada sektor non-pertanian mulai berkembang. Dharmawan (2007) menyatakan bahwa basis pertanian dan non-pertanian di desa akan membangun strategi penghidupan masyarakat. Kebun kopi dan karet telah berkembang sebagai sumber pendapatan masyarakat disertai keberadaan sawah yang cukup luas sebagai sumber kebutuhan pokok masyarakat. Pendapatan dari durian dan duku juga menjadi alternatif pendapatan bagi masyarakat. Pilihan sumber pendapatan dari sektor non pertanian seperti jasa dan pegawai mulai berkembang pada masyarakat. Strategi diversifikasi hasil pertanian secara umum dan diversifikasi sumber pendapatan di luar sektor pertanian memberikan peluang kondisi sosial ekonomi rumah tangga yang cenderung stabil.

Kondisi budidaya bambang lanang di Desa Kemang Manis mulai berkembang tidak hanya untuk subsisten tetapi juga untuk komersial. Kayu bambang lanang tidak hanya ditempatkan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga di masa depan sebagai bahan utama konstruksi tetapi juga ditempatkan sebagai aset dalam menghadapi kondisi darurat dan investasi dalam rangka akumulasi kekayaan. Pemahaman budidaya bambang lanang telah dimiliki dan diimplementasikan sebagian masyarakat. Pembibitan, pengaturan jarak tanam dan penanaman yang intensif mulai dilakukan sebagian masyarakat. Budidaya yang dilakukan masyarakat mulai mengarah pada *strategy of wealth accumulation* (Dharmawan dan Monig, 2000).

Kondisi penghidupan berbeda ditunjukkan pada masyarakat Taba Baru. Hampir seluruh masyarakat menjadikan karet sebagai tumpuan utama sumber pendapatan masyarakat. Kondisi sosial ekonomi masyarakat relatif stabil dengan akses yang dekat dengan Kota Lubuklinggau (12 km). Mobilitas masyarakat keluar desa cukup aktif sehingga memberikan pilihan sumber pendapatan lain dari sektor perdagangan dan jasa. Penerimaan masyarakat terhadap hal-hal baru cukup baik sehingga program bantuan bambang lanang diimplementasikan dengan positif walaupun belum pernah dikenal sebelumnya.

Bambang lanang ditanam dengan pola campuran di Taba Baru dan berorientasi pada pasar. Penanamannya dilakukan dalam jumlah yang banyak (lebih dari 100 batang per ha) disesuaikan dengan jumlah bantuan yang diterima dan harapan untuk dapat menjual kayunya dalam jumlah yang banyak di masa depan. Kondisi ini ternyata tidak menguntungkan bagi masyarakat karena pertumbuhan tanaman tersebut mengganggu tanaman karet. Namun sebagian masyarakat tetap mempertahankan Bambang Lanang karena sudah terlanjur tumbuh baik. Aspek risiko dalam hal ini kurang diperhitungkan dalam pemberian bantuan karena masyarakat yang mengalami kerugian dari kondisi yang terjadi. Masyarakat memperoleh pembelajaran untuk tidak menanam tanaman penghasil kayu lainnya dalam jumlah yang banyak di kebun karet yang dikelolanya.

Dari kondisi yang diraiakan di atas, maka pengembangan tanaman kehutanan lainnya di masa depan perlu memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan pola penghidupan masyarakat dan tidak hanya indikator keberhasilan program sesaat. Pembelajarannya adalah: (1) program yang diberikan mempertimbangkan pola penghidupan masyarakat dan kondisi sosial ekonomi masyarakat; (2) tanaman kehutanan bukan merupakan tanaman prioritas pada lahan masyarakat sehingga pertimbangan pola budidaya yang tidak mengganggu tanaman budidaya lainnya diperlukan; (3) aspek manfaat sosial ekonomi yang nyata bagi masyarakat perlu dipertimbangkan dengan baik karena aspek ini menjadi pertimbangan rasional masyarakat untuk tertarik menanamnya; (4) keterpaduan dengan sektor lain diperlukan mengetahui posisi peran kehutanan dalam berkontribusi terhadap penghidupan masyarakat yang lebih baik.

KESIMPULAN

Budidaya bambang lanang merupakan bentuk strategi penghidupan masyarakat dalam penggunaan lahan yang disesuaikan dengan kondisi sumberdaya yang dimiliki. Budidaya yang dilakukan oleh sebagian besar masyarakat dengan minim input sumberdaya dan pola tanam campuran merupakan pilihan strategi terkait umur panen yang relatif lama dan hasil yang tidak berlanjut. Diversifikasi tanaman dalam satu bidang kebun merupakan pola budidaya bambang lanang yang memungkinkan untuk terus dikembangkan seperti halnya yang selama ini dilakukan oleh sebagian besar masyarakat. Walaupun bukan tanaman prioritas namun bambang lanang telah mampu menunjukkan perannya dalam memenuhi kebutuhan masyarakat sehingga keberadaannya mampu bertahan sampai dengan saat ini.

Stabilitas kondisi sosial ekonomi rumah tangga menjadi hal penting dalam pengembangan budidaya bambang lanang. Pilihan sumber pendapatan rumah tangga yang bervariasi dengan hasil yang relatif mencukupi menjadi salah satu kondisi sosial ekonomi yang kondusif dalam budidaya bambang lanang. Dengan kondisi tersebut, masyarakat memiliki kelonggaran untuk mengalokasikan sumberdaya yang dimilikinya untuk budidaya bambang lanang. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan budidaya tanaman kehutanan berkaitan dengan sektor-sektor lainnya dan tidak dapat berdiri sendiri.

Tanaman kayu bambang lanang diposisikan sebagai aset yang berfungsi subsisten, pengaman dan investasi bagi masyarakat. Hal ini tergantung dari kondisi sosial ekonomi masyarakat pelaku budidaya bambang lanang. Pilihan dan risiko dari budidaya bambang lanang akan dihadapi masyarakat sehingga memerlukan akses dan transfer informasi yang cukup jelas dari aparat berwenang. Ego sektoral kehutanan perlu dikikis sehingga tantangannya ke depan adalah fleksibilitas pengembangan tanaman kehutanan yang produktif bagi penghidupan masyarakat pada kebun-kebun kopi, karet dan sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Awang, S.A. 2013. Menggugat ilmu pengetahuan dan ekonomi politik pembangunan kehutanan Indonesia. Dalam Kartodihardjo (Editor). Kembali ke jalan lurus: kritik penggunaan ilmu dan praktek kehutanan. FORCI Development dan Tanah Air Beta.
- BPS Kota Lubuklinggau. 2014. Produk Domestik Regional Bruto Kota Lubuklinggau Menurut Lapangan Usaha 2013. BPS Kota Lubuklinggau.
- BPS Kota Lubuklinggau. 2014. Statistik Daerah Kota Lubuklinggau 2014. BPS Kota Lubuklinggau.
- BPS Kabupaten Empat Lawang. 2014. Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Empat Lawang Menurut Lapangan Usaha 2013. BPS Kabupaten Empat Lawang.
- BPS Kabupaten Empat Lawang. 2014. Statistik Daerah Kabupaten Empat Lawang 2014. BPS Kabupaten Empat Lawang.
- Chambers, R. dan Conway, G.R. 1991. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. IDS Discussion Paper 296. Institute of Development Studies, University of Sussex. Brighton.
- Dharmawan, A.H. 2007. Sistem penghidupan dan nafkah pedesaan: pandangan sosiologi nafkah (*Livelihood Sociology*) mazhab Barat dan mazhab Bogor. *Sodality: Jurnal Transdisiplin Sosiologi, Komunikasi, dan Ekologi Manusia*, Vol. 01 No. 02.
- Dharmawan, A.H. dan Manig, W. 2000. Livelihood strategies and rural changes in Indonesia: studies on Small Farm Communities. Makalah pada Deutscher Tropentag in Hohenheim Session: Assessment of Poverty and Livelihood Strategies.
- Dirjen Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial. 2014. Pengembangan hutan rakyat. Paparan Dialog Dua Mingguan Kementerian Kehutanan.
- http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=60&notab=3. [Diakses tanggal 3 September 2014].
- Scoones, I. 1998. Sustainable rural livelihoods: a framework for analysis. IDS Working Paper No. 72. Institute of Development Studies, University of Sussex. Brighton.

EVALUASI KESESUAIAN LAHAN ALPUKAT BERDASARKAN SISTEM LAHAN MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Rahmawaty¹, Meilan AH¹, Riswan² dan Abdul Rauf³

¹ Prodi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

² Kopertis Wilayah I Sumatera Utara

³ Prodi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155

Email: rahmawaty1974@gmail.com

ABSTRACT

Land suitability is the activities to compare the requirements demanded by the type of land use with the properties or qualities of land owned by the land use. One of Geographic Information Systems (GIS) application is to evaluate land suitability classes. This study was conducted to assess land suitability for alpukat (Persea Americana) under different land system in Lau Simbelin Sub watershed Alas watershed, Dairi District, North Sumatra Province. In this study was used survey method to take soil samples in the field, matching method to analyze the suitability of land, and the GIS tools to map the land suitability classes. Land suitability classification was evaluated based on matching method. The process of land suitability classification is the appraisal and grouping of specific areas of land in terms of their suitability for defined uses. The results showed that the land suitability class for alpukat was suitable (S1) on several land systems in Lau Simbelin Sub watershed Alas watershed, Dairi District, North Sumatra Province. Hence, the alpukat can be developed in this area.

Keywords: Alpukat, Geographic Information Systems, Land Suitability, Lau Simbelin, Alas Watershed

PENDAHULUAN

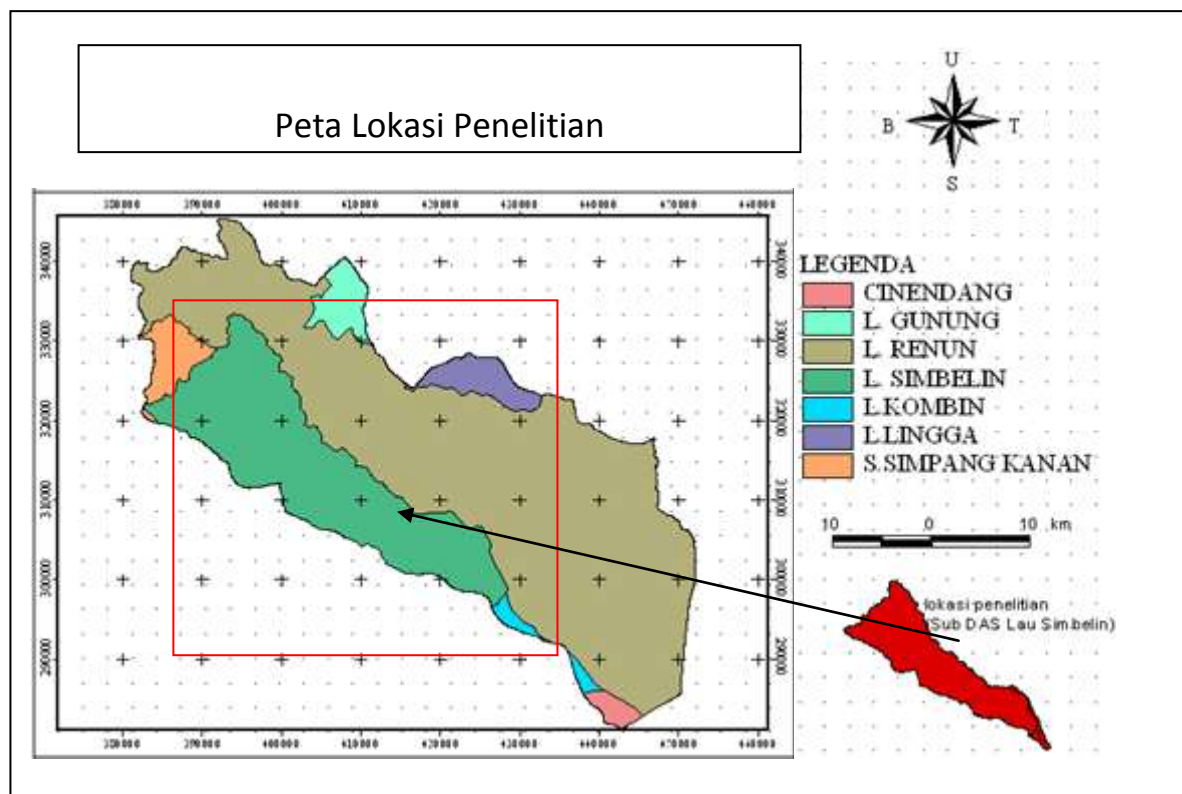
Penerapan pola pertanian yang bervariasi pada suatu DAS berakibat pada terjadinya konversi atau perubahan vegetasi, terutama vegetasi hutan menjadi non hutan, seperti perkarangan, perkebunan, atau tanaman musiman (jangka pendek). Terjadinya perubahan tersebut akan berpengaruh langsung terhadap fluktuasi debit sungai. Dengan demikian, pada setiap DAS atau sub-DAS yang mendapat perlakuan yang berbeda-beda akan menyebabkan setiap DAS atau sub-DAS menghasilkan erosi dan fluktuasi debit sungai yang berbeda-beda pula. Perbedaan kualitas DAS dan sub-DAS tersebut adalah merupakan gambaran dari tingkat kerusakan masing-masing DAS atau sub-DAS tersebut (Suripin, 2001). Saat ini, ada kecenderungan untuk memanfaatkan lahan untuk kepentingan ekonomi, yang dapat meningkatkan pendapatan. Penggunaan lahan didasarkan pada harga jual pasar sehingga menyebabkan silih bergantinya jenis tanaman yang ditanam. Menurut Ekanayake dan Dayawansa (2003) dalam Rahmawaty (2011), lahan sebagai sumber daya tidak dapat diukur dengan permukaan daerah sendiri; maka jenis tanah yang sangat penting untuk produktifitas, dasar geologi, topografi, hidrologi, dan populasi tanaman dan hewan juga harus dipertimbangkan. Atribut-atribut ini membatasi sejauh mana lahan yang tersedia untuk berbagai tujuan.

Proses perencanaan penggunaan dapat memberikan alternative penggunaan lahan dan batas-batas kemungkinan penggunaannya serta tindakan-tindakan pengelolaan yang diperlukan agar lahan dapat digunakan secara lestari. Evaluasi lahan merupakan salah satu komponen yang penting dalam proses perencanaan penggunaan lahan (*land use planning*). Klasifikasi kesesuaian lahan adalah salah satu bentuk evaluasi lahan. Wahyuningrum, dkk (2003) menyatakan hasil klasifikasi ini dapat digunakan untuk menentukan arahan penggunaan lahan secara umum misalnya untuk budidaya tanaman semusim, perkebunan, hutan produksi, dan sebagainya. Dengan demikian, untuk meningkatkan produktivitas lahan sekaligus ramah lingkungan, meningkatkan pendapatan petani serta meningkatkan kepedulian terhadap kelangsungan sumber daya alam, maka penelitian dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian lahan pada salah satu tanaman yang sering ditanam oleh masyarakat (alpukat) di daerah Sub DAS Lau Simbelin. Sub

DAS Lau Simbelin merupakan bagian dari DAS Alas yang terbentang di Kecamatan Sidikalang menuju perbatasan Kecamatan Siempat Nempu dan Kecamatan Silima Punga-punga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelas kesesuaian lahan untuk tanaman alpukat di Sub DAS Lau Simbelin DAS Alas Kabupaten Dairi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Maret 2011. Tempat penelitian adalah di Sub DAS Lau Simbelin DAS Alas Kabupaten Dairi (Gambar 1). Analisis sifat fisik dan kimia tanah dilakukan di Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Pengelolaan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Manajemen Terpadu, Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara dan di Laboratorium Riset dan Teknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Klasifikasi kesesuaian lahan dilakukan melalui tiga tahap, yaitu : tahap persiapan, tahap survei/kegiatan di lapangan, dan tahap analisis. Pada tahap persiapan, kegiatan yang dilakukan berupa telaah pustaka, pengumpulan data sekunder berupa data suhu dan curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Sampali Medan, peta-peta yang dibutuhkan (peta *landsystem*, peta tanah, peta penutupan lahan, dan peta kemiringan/kelerengan) yang diperoleh dari Balai Pengelolaan DAS Wampu Sei Ular Medan, dan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Pada tahap survei/kegiatan di lapangan, berupa pengumpulan data primer yang meliputi parameter fisik yang dapat diukur di lapangan, yaitu : kedalaman tanah, struktur tanah, kerusakan erosi yang telah terjadi, drainase. Pengambilan *sample* tanah untuk dianalisis di laboratorium berupa tekstur lapisan tanah, permeabilitas, keasaman tanah, dan C-organik. Sifat-sifat lahan (*land characteristic*) adalah atribut atau keadaan unsur-unsur lahan yang dapat diukur atau diperkirakan, seperti tekstur tanah, stuktur tanah, kedalaman tanah, jumlah curah hujan, distribusi hujan, temperatur, drainase tanah. Sifat lahan ini menentukan perilaku lahan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Arsyad, 2006). Sifat-sifat lahan (*land characteristic*) dapat dilihat dari Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas dan karakteristik lahan yang digunakan dalam kriteria evaluasi lahan

Simbol	Kualitas lahan	Karakteristik lahan
Tc	Temperatur	Temperatur
Wa	Ketersediaan air	Curah hujan (mm) Lamanya masa kering (bulan) Kelembaban udara (%)
Oa	Ketersediaan oksigen	Drainase
Rc	Media perakaran	Drainase Tekstur Bahan kasar (%) Kedalaman tanah
Nr	Retensi hara	KPK lempung (cmol(+).kg-1) Kejenuhan basa (%) pH H ₂ O C-organik (%)
Eh	Bahaya erosi Lereng (%)	Bahaya erosi

Sumber: Azis, dkk (2005)

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada masing-masing *landsystem* (7 titik). Konsep sistem lahan menurut RePPPProt (1988) dalam Rahmawaty (2011) menganggap ada hubungan yang erat antara tipe batuan, hidroklimat, landform, tanah. Oleh karena itu, sistem lahan yang sama akan mencerminkan kesamaan potensi serta faktor-faktor pembatasnya di mana pun sistem lahan tersebut dijumpai. Sistem lahan yang sama diakui di mana pun kombinasi yang sama, faktor ekologi atau lingkungan tersebut terjadi. Sebuah sistem lahan karena itu tidak unik hanya untuk satu wilayah, tapi di semua bidang memiliki sifat lingkungan yang sama. Selanjutnya, karena sistem tanah selalu terdiri dari kombinasi yang sama, batu, tanah dan topografi memiliki potensi yang sama, dan keterbatasan, di mana pun itu terjadi (Rahmawaty, 2011). Sampel tanah dilakukan untuk menganalisis sifat fisik dan sifat kimia tanah. Sampel tanah yang diambil dibedakan atas contoh tanah terganggu dan contoh tanah tidak terganggu. Contoh tanah terganggu diambil untuk analisis tekstur, pH, kadar hara tanah, dan sebagainya, sedangkan contoh tanah tidak terganggu diambil untuk analisis sifat fisika tanah seperti permeabilitas. Setiap sampel tanah yang diambil dikeringanginkan di ruang yang berfertilisasi dan tidak langsung terkena sinar matahari, dimana temperatur tidak lebih dari 35°C karena akan berakibat pada perubahan yang drastis pada sifat kimia, fisika, dan biologi sampel tanah, kemudian dilakukan pengayakan dengan ayakan 10 *mesh* untuk mendapatkan ukuran partikel yang berdiameter ≤ 2 mm, dimana tanah adalah partikel yang berdiameter ≤ 2 mm, sedangkan berdiameter ≥ 2 mm dikategorikan sebagai kerikil (Mukhlis, 2007).

Sifat fisik tanah yang dinilai hanya tekstur dan struktur tanah. Tekstur tanah dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara fraksi tanah (pasir, debu dan lempung/ Sand, silt dan clay) sedangkan struktur tanah adalah bentuk spesifik dari agregat tanah. Tekstur tanah relatif tidak berubah tetapi struktur tanah mudah berubah terutama apabila ada pengolahan tanah. Pada tahap analisis klasifikasi kegiatan pada tahap ini berupa analisis klasifikasi kemampuan lahan berdasarkan faktor penghambat serta analisis klasifikasi kesesuaian lahan dengan metode *matching* atau pencocokan data yang telah diperoleh baik dari data primer, sekunder, maupun data hasil laboratorium dengan persyaratan penggunaan lahan.

Pada prinsipnya klasifikasi kesesuaian lahan dilaksanakan dengan cara memadukan antara kebutuhan tanaman atau persyaratan tumbuh tanaman dengan karakteristik lahan. Adapun jenis tanaman yang akan dipadukan dapat dilihat pada lampiran. Oleh karena itu klasifikasi ini sering juga disebut *species matching* (BPT, 2003). Kesesuaian lahan adalah kecocokan suatu lahan untuk penggunaan tertentu, sebagai contoh lahan sesuai untuk irigasi, tambak, pertanian tanaman tahunan atau pertanian tanaman semusim (Azis, dkk. 2005). Kelas kesesuaian lahan terbagi menjadi empat tingkat, yaitu : sangat sesuai (S1), sesuai (S2), sesuai marjinal (S3) dan tidak sesuai (N). Hasil akhir dari klasifikasi ditetapkan berdasarkan kelas terjelek dengan memberikan seluruh pembatas/hambatan yang ada. Perubahan klasifikasi menjadi setingkat lebih baik dimungkinkan terjadi apabila seluruh hambatan yang ada dapat diperbaiki. Sub Klas pada klasifikasi kesesuaian lahan ini juga mencerminkan jenis penghambat. Ada tujuh jenis penghambat yang dikenal, yaitu e (erosi), w (drainase), s (tekstur tanah), a (keasaman), g (kelerengan), sd (kedalaman tanah) dan c (iklim).

Pada klasifikasi kesesuaian lahan tidak dikenal prioritas penghambat. Dengan demikian seluruh hambatan yang ada pada suatu unit lahan akan disebutkan semuanya. Akan tetapi dapat dimengerti bahwa dari hambatan yang disebutkan ada jenis hambatan yang mudah (seperti a, w, e, g dan sd) atau sebaliknya hambatan yang sulit untuk ditangani (c dan s). Dengan demikian maka hasil akhir dari klasifikasi ditetapkan berdasarkan Klas terjelek dengan memberikan seluruh hambatan yang ada. Perubahan klasifikasi menjadi setingkat lebih baik dimungkinkan terjadi apabila seluruh hambatan yang ada pada unit lahan tersebut dapat diperbaiki. Untuk itu maka unit lahan yang mempunyai faktor penghambat c atau s sulit untuk diperbaiki keadaannya (Arsyad, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa terdapat tujuh land system di Sub DAS Lau Simbeli, yaitu : Kalung (KLG), Gunung Gadang (GGD), Bukit pandan (BPD), Maput (MPT), Barong Tongkok (BTG), dan Pakasi (PKS). Hasil evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman alpukat pada masing-masing land system dapat dilihat pada Tabel 2 dan pemetaan kesesuaian lahan aktual dan potensial dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Kesesuaian Lahan Tanaman Alpukat di Sub DAS Lau Simbelin

Tanaman		Land system						
		KLG	UBD	GGD	BPD	MPT	BTG	PKS
Alpukat (<i>Persea americana</i>)	Aktual	S1	S1	S3(nr)	S3(rc)	S1	S2(nr)	N(rc)
	Potensial	S1	S1	S1	S3(rc)	S1	S1	N(rc)

Keterangan: tc = temperatur, rc = media perakaran, wa = curah hujan, nr = retensi hara

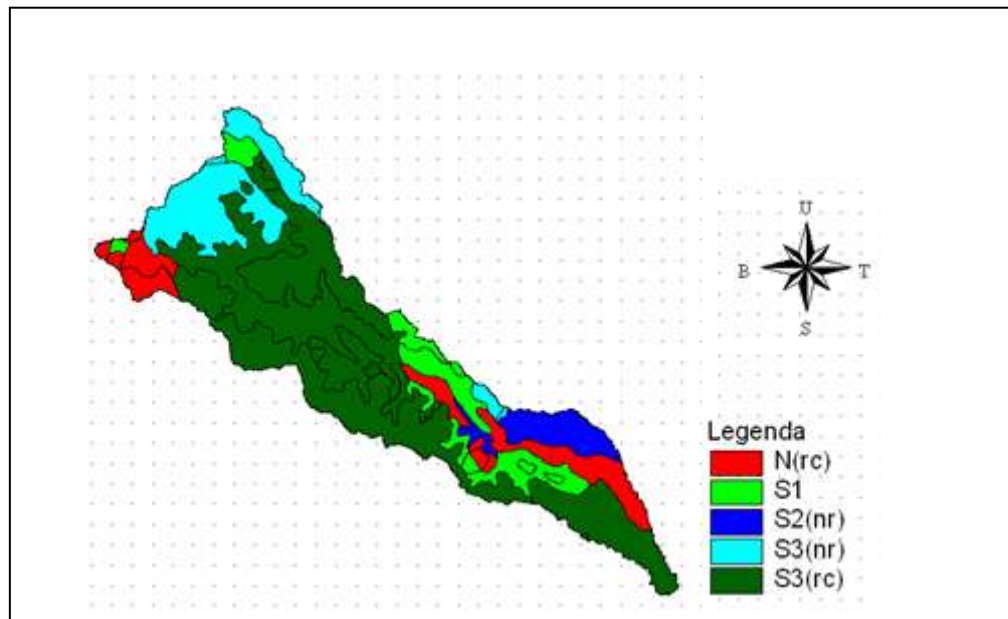
Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa di Sub DAS Lau Simbelin, terdapat empat kelas kesesuaian lahan, yaitu: S1, S2, S3, dan N. Sebagaimana dinyatakan dalam Arsyad (2006), bahwa masing-masing kelas kesesuaian lahan tersebut dibatasi oleh faktor-faktor pembatas (ringan, sedang, dan berat) seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Kelas Kesesuaian Lahan

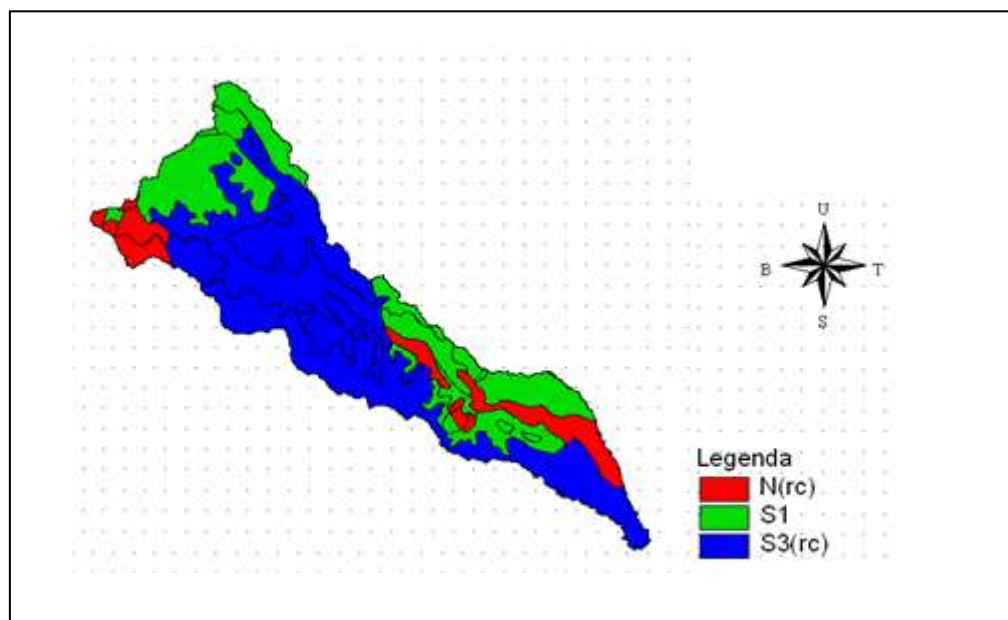
Kelas Kesesuaian Lahan	Kriteria
S1: sangat sesuai	Unit lahan tidak memiliki pembatas atau hanya memiliki empat pembatas ringan.
S2: cukup sesuai	Unit lahan memiliki lebih dari empat pembatas ringan, dan atau memiliki tidak lebih dari tiga pembatas sedang.
S3:sesuai marginal	Unit lahan memiliki lebih dari tiga pembatas sedang, dan atau satu pembatas berat.
N: tidak sesuai	Unit lahan memiliki lebih dari satu pembatas berat atau sangat berat

Berdasarkan Tabel 2 tersebut, terlihat bahwa tanaman alpukat memiliki kesesuaian lahan aktual dan potensial Sangat Sesuai (S1) pada *landsystem* KLG, UBD dan MPT. Pada *landsystem* BTG, kesesuaian lahan aktual adalah cukup sesuai (S2) dengan faktor penghambat retensi hara. Pada *landsystem* GGD, kesesuaian lahan aktual Sesuai Marginal (S3) dengan faktor penghambat retensi hara. Kesesuaian lahan aktual Sesuai Marginal (S3) juga terdapat pada land system BPD dengan faktor pembatas media perakaran. Sedangkan pada land system PKS, kesesuaian lahan aktualnya adalah tidak sesuai (N) dikarenakan oleh faktor media perakaran. Sebagaimana diuraikan sebelumnya bahwa beberapa faktor pembatas ada yang bisa diatasi namun ada juga yang tidak bisa diatasi karena merupakan faktor alam (Tabel 3). Oleh sebab itu, pada land sistem GGD dan BTG terlihat bahwa faktor pembatasnya adalah retensi hara yang bisa diatasi dengan cara pemberian pupuk, maka kesesuaian lahan potensialnya dapat menjadi sangat sesuai (S1).

Adapun pada Land System BPD dan PKS terdapat faktor pembatas media perakaran yang sulit untuk diatasi, sehingga kesesuaian lahan potensialnya sama dengan kesesuaian lahan aktualnya.



Gambar 2. Peta Kesesuaian Lahan Aktual Tanaman Alpukat di Sub DAS Lau Simbelin



Gambar 3. Peta Kesesuaian Lahan Potensial Tanaman Alpukat di Sub DAS Lau Simbelin

Kesesuaian lahan dapat dinilai secara aktual maupun potensial. Hal ini sesuai dengan pernyataan Djaenudin, dkk (2003) bahwa masing-masing kesesuaian lahan dapat dinilai secara aktual maupun potensial. Kesesuaian lahan aktual adalah kesesuaian lahan yang dilakukan pada kondisi penggunaan lahan sekarang (*present land use*), tanpa adanya masukan untuk perbaikan, sedangkan kesesuaian lahan potensial adalah kesesuaian lahan yang dilakukan pada kondisi setelah diberikan masukan untuk perbaikan, seperti penambahan pupuk, perbaikan atau terasering, tergantung dari jenis faktor pembatasnya.

Faktor penghambat yang ada secara umum berupa temperatur, curah hujan, tekstur, kedalaman tanah yang merupakan faktor yang tidak dapat diberikan masukan untuk perbaikan karena merupakan faktor alam, serta drainase, dan pH yang dapat diberi masukan untuk perbaikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wahyuningrum, dkk (2003) bahwa kedalaman tanah sangat menentukan pertumbuhan tanaman. Tanah yang

dangkal akan terbatas kemampuannya dalam menyediakan air dan unsur-unsur hara lainnya. Disamping itu kedalaman tanah sangat menentukan lahan bisa diolah atau tidak. Pada klasifikasi kemampuan dan kesesuaian lahan, faktor kedalaman tanah sangat diperhitungkan dan menentukan. Drainase dapat dikelola dengan perbaikan sistem drainase seperti pembuatan saluran drainase, dengan tingkat pengelolaan sedang dan tinggi. Retensi hara berupa pH dapat dikelola dengan pengapuran atau penambahan bahan organik dengan tingkat pengelolaan sedang dan tinggi.

KESIMPULAN

Kelas kesesuaian lahan tanaman Alpukat di Sub Das Lau Simbelin, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara adalah sesuai pada land system KLG, UBD dan MPT. Apabila dilakukan usaha perbaikan maka pada tanaman alpukat sesuai pada land system KLG, UBD, GGD, MPT, dan BTG. Pada land system PKS tidak sesuai untuk alpukat dengan faktor pembatas media perakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor.
- Azis, A. Bambang, H. S. Medhanita. D. R. 2005. Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Tanaman Pangan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Balai Penelitian Tanah. 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimatologi. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor
- Djaenudin, D., Marwan, H., Subagjo, H., dan Hidayat, A. 2003. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Mukhlis. 2007. Analisis Tanah Tanaman. USU Press. Medan.
- Rahmawaty, T. R. Villanueva, M. G. Carandang. 2011. Participatory Land Use Allocation, Case Study in Besitang Watershed, Langkat, North Sumatera, Indonesia. Lambert Academic Publishing. Jerman.
- Suripin. 2004. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Andi. Yogyakarta.
- Wahyuningrum, N. Nugroho. Wardoyo. Beny, H. Endang, S. Sudimin. Sudirman. 2003. Klasifikasi Kemampuan dan Kesesuaian Lahan. INFO DAS Surakarta No. 15 Th. 2003.

PENAKSIRAN BESARNYA STOK KARBON DAN PENURUNAN EMISI MELALUI PENERAPAN METODE REDUCED IMPACT LOGGING CARBON (RIL-C)

Rita Diana

Pusat Pengkajian Perubahan Iklim Univ. Mulawarman (P3I-UM)
Kampus Gunung Kelua Jl. Kuaro, Gdng Perpustakaan Lt1, Telp (0541)7774135 Samarinda 75123
E-mail : ritdh@yahoo.com

ABSTRAK

RIL-C adalah praktek pembalakan ramah lingkungan dengan tujuan utama memaksimalkan penyimpanan karbon hutan dan merupakan hasil modifikasi terhadap teknik RIL dimana pengurangan emisi karbon atau penyerapan emisi karbon dari atmosfer dapat lebih dimaksimalkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya stok karbon dan penurunan emisi melalui penerapan RIL-C dibanding metode RIL dan metode pembalakan konvensional. Penelitian dilaksanakan dengan mengukur stok karbon pada 3 (tiga) areal bekas tebangan yang menggunakan metode pembalakan berbeda yaitu secara konvensional, metode RIL dan RIL-C. Pengukuran stok karbon dilakukan pada tingkat pohon, sapihan, tumbuhan bawah dan pohon mati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode RIL-C mampu menurunkan emisi karbon sebesar 1,8 kali dibanding metode konvensional dan 1,3 kali dibanding metode RIL. Pada tingkat tumbuhan bawah karbon tersimpan hampir dua kali lipat dibanding metode pembalakan konvensional.

Kata kunci: RIL, RIL-C, stok karbon, emisi karbon

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang merupakan akibat pemanasan global yakni meningkatnya suhu bumi sekitar 0,6-0,7°C bahkan pada beberapa negara di Asia peningkatan suhu tersebut hampir mencapai 1°C (IPCC, 2005). Pemicu utamanya adalah meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRK) dimana karbon dioksida (CO₂) yang berfungsi sebagai perangkap panas di atmosfer merupakan salah satu GRK dengan konsentrasi terbesar dibanding GRK yang lain. Konsentrasi CO₂ di atmosfer meningkat dramatik sejak dimulainya revolusi industri, dimana CO₂ di atmosfer meningkat sekitar 31% dari 288 ppm pada masa pra-revolusi industri menjadi 380 ppm berdasarkan pengukuran pada bulan kering di Bukit Suharto (Gamo, et.al., 2002); dan di Mauna Loa 378 ppm (Keeling dan Whorf, 2004). Penyebab utamanya adalah pembakaran bahan baku fosil, diikuti oleh meningkatnya deforestasi dan degradasi hutan dengan jumlah 12-20% dari total emisi GRK (IPCC, 2007; Gibbs et.al., 2007).

Dalam upaya mengatasi perubahan iklim, Presiden RI telah menyampaikan komitmen Pemerintah Indonesia pada COP Tahun 2009 untuk menurunkan emisi GRK sebesar 26% dari BAU (*Business As Usual*) melalui penyusunan kebijakan gabungan antara penurunan penggunaan energi BBF (Bahan Bakar Fosil) dan pengendalian alih guna hutan. Penurunan emisi akan meningkat menjadi 41% pada tahun 2020 nanti bila ada dukungan Internasional (Perpres No 61/2011). Salah satu cara untuk mengendalikan perubahan iklim adalah dengan mengurangi emisi GRK yaitu upaya menstabilkan konsentrasi CO₂ di atmosfer dimana keberadaan tumbuhan baik didalam atau diluar kawasan hutan menjadi sangat penting.

Sehubungan dengan isu perubahan iklim tersebut, kegiatan penebangan hutan khususnya pembalakan pada hutan alam di negara-negara tropis menjadi sorotan dunia internasional karena berdasarkan data yang ada kegiatan penebangan hutan tersebut menjadi penyumbang emisi gas rumah kaca kedua setelah kegiatan-kegiatan di sektor energi. Lebih lanjut Stern (2006) menyatakan bahwa kontribusi aktivitas konversi hutan menjadi non hutan atau deforestasi pada emisi global Tahun 2000 adalah 18%. Pemanenan hasil hutan kayu yang masih mengandalkan teknik konvensional dengan mengabaikan kaidah-kaidah kelestarian telah menempatkan Indonesia pada peringkat ke-14 sebagai negara penghasil emisi karbon di dunia (UNDP, 2008). Eksploitasi hutan di Indonesia dianggap telah mengakibatkan deforestasi dan penurunan kualitas lingkungan.

Sejalan dengan hal tersebut diatas dengan hal tersebut diatas penerapan sistem pembalakan ramah lingkungan (RIL) yang telah dimulai sejak dua dekade lalu dan penyempurnaan sistem tersebut menjadi RIL C dalam beberapa tahun terakhir merupakan salah satu dari perbaikan sistem pengelolaan hutan produksi yang dapat berkontribusi pada upaya pengurangan emisi sektor kehutanan khususnya yang berasal dari hutan produksi dengan tidak mengurangi produktivitas hasil kayunya. Dalam hal ini beberapa HPH/IUPHHK di Kalimantan Timur telah mencoba menerapkannya dimana salah satunya adalah PT. Gunung Gajah Abadi. Diharapkan praktik sistem pembalakan ramah lingkungan ini dapat mempunyai peran yang penting dalam berkontribusi mewujudkan target Pemerintah Kaltim untuk menurunkan emisi sebesar 1,71 Giga ton dari sektor berbasis lahan pada tahun 2020.

1. Menaksir stok karbon pada tegakan bekas pembalakan *Conventional logging* (CL), *Reduce impact logging* (RIL) dan *Reduce impact logging carbon* (RIL-C)
2. Menaksir seberapa besar penerapan metode RIL-C dalam mengurangi emisi karbon dari degradasi hutan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

310 | Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XVII (11 Nopember 2014), Medan

Metode Pengumpulan Data

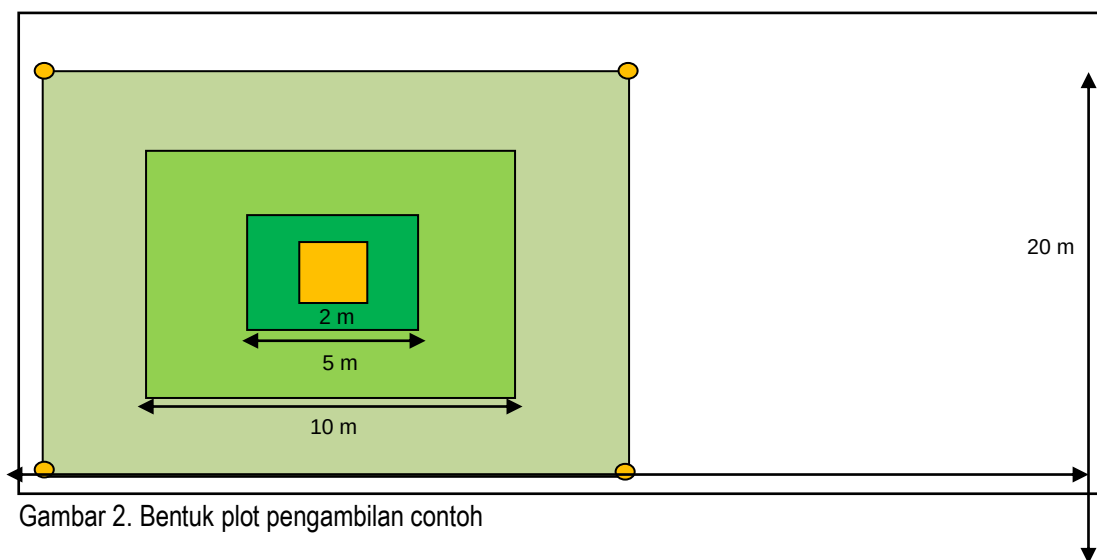
Kegiatan penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan dengan mengacu pada SNI 7724:2011 tentang Pengukuran dan Penghitungan Stok Karbon. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran contoh di lapangan, analisis data lapangan dan analisis laboratorium.

1. Penentuan Plot Sampel

Lokasi penentuan plot sampel ditentukan berdasarkan tipe pembalakan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah pengambilan contoh didasarkan umur yang sama setelah penebangan. Plot-plot sampel ditempatkan pada lokasi yang dianggap mewakili kondisi di kawasan tersebut dan dapat dijangkau dengan mudah maka ditentukan plot sampel (*conventional logging/CL*) pada Petak 01 RKT 2012, plot (*reduce impact logging/RIL*) pada Petak 02 RKT 2012 dan plot sampel (*reduce impact logging carbon/RIL-C*) pada Petak 20 RKT 2013.

2. Pembuatan Plot Pengukuran

Pada kegiatan ini dibuat plot pengukuran untuk pendugaan biomassa pada tiap-tiap kawasan hutan bekas pembalakan CL, RIL dan RIL-C yang mengacu pada metoda SNI 7724:2011.



Gambar 2. Bentuk plot pengambilan contoh

Keterangan:

-  Patok bantu plot
-  Sub plot ukuran 2 X 2 meter untuk mengukur semai (vegetasi berkayu sampai tinggi $\leq 1,5$ m)
-  Sub plot ukuran 5 X 5 meter untuk pancang (vegetasi berkayu tinggi $> 1,5$ m berdiameter sampai dengan $\leq 2,5$ cm)
-  Sub plot ukuran 10 m X 10 m untuk mengukur tiang (pohon $\varnothing$ 2,5 sampai dengan < 10 cm)
-  Plot ukuran 20 m X 50 m untuk mengukur pohon $\varnothing \geq 10$ cm

Pembuatan plot ditentukan berdasarkan sebaran kerapatan tegakan. Pada tiap-tiap lokasi yaitu di bekas pembalakan dengan metode konvensional (*conventional logging/CL*), (*reduce impact logging/RIL*) dan (*reduce impact logging carbon/RIL-C*) dibuat masing-masing 2 buah plot dengan ukuran 20 m x 50 m. Perhitungan stok karbon dilakukan dengan menggunakan metoda plot bertingkat (Gambar 3). Plot bertingkat didesain untuk mengakomodasi pengukuran masing-masing tipe kandungan karbon, karena stok karbon pada satu ekosistem hutan terdiri dari stok karbon *above ground* yaitu pohon, *understorey*, dan serasah.

3. Pengukuran Biomassa Hutan

a. Pengukuran Biomassa Tegakan (Semai, Pancang, Tiang dan Pohon)

Pengukuran pohon dilakukan pada plot 20 m x 50 m dengan mengukur tinggi dan DBH (*diameter at breast height*) pohon untuk DBH >10 cm. Pengukuran tiang dengan DBH 2,5 -10 cm dilakukan pada sub plot 10 m x 10 m. Pengukuran pancang dilakukan pada sub plot 5 m x 5 m dan pengukuran semai dilakukan pada sub plot 2 m x 2 m.

b. Pengukuran Biomassa Tumbuhan Bawah (*Understorey*)

Pengukuran tumbuhan bawah dilakukan pada sub sub plot 2 m x 2 m. Pengambilan contoh biomassa tumbuhan bawah dilakukan dengan metode '*destructive*' (merusak bagian tanaman) dan menimbanginya secara langsung di lapangan. Tumbuhan bawah yang diambil sebagai contoh adalah semua tumbuhan hidup berupa tanaman tidak berkayu baik yang merambat maupun tidak merambat (herba dan rerumputan). Contoh tumbuhan bawah dari lapangan kemudian di keringkan dengan *oven* pada suhu 65°C selama 3 x 24 jam.

c. Pengukuran Biomassa Pohon Mati Rebah

Pengukuran biomassa pohon mati dilakukan dengan mengukur diameter batang pada pangkal dan ujung dan panjang pohon yang rebah.

Analisis Data

1. Pendugaan Biomassa Di Atas Permukaan Tanah

Pendugaan biomassa dilakukan dengan menggunakan persamaan alometrik dari beberapa persamaan sebagaimana uraian di bawah ini.

- a) Dalam menduga biomassa jenis pohon pada hutan campuran di atas permukaan tanah adalah dilakukan dengan mengestimasi berat kering mengikuti fungsi alometrik Basuki,dkk.,(2009).

$$\ln(BP) = -1,201 + 2,196 \ln(DBH) \dots\dots\dots \text{(Persamaan 1)}$$

- b). Untuk penaksiran biomassa pohon jenis primer di atas permukaan tanah menggunakan fungsi alometrik Basuki dkk., (2009).

$$\ln(BP) = -1,498 + 2,234 \ln(DBH) \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2)}$$

- c). Sedangkan untuk penaksiran biomassa jenis pohon *Macaranga spp* menggunakan fungsi alometrik Diana,dkk.,(2002).

$$M = 5,64 \times 10^{-2} (D)^{2,47} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3)}$$

- d). Untuk jenis-jenis *Ficus* menggunakan fungsi alometrik Hiratsuka dkk., (2006).

$$M = 7,50 \times 10^{-2} (D)^{2,60} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 4)}$$

- e) Pendugaan biomassa yang tersimpan pada jenis pohon-pohon pionir yang secara spesifik belum ada persamaan alometriknya maka digunakan persamaan alometrik Samalca, (2007)

$$DW = 0,2902 (DBH)^{2,3131} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 5)}$$

- f) Adapun untuk penafsiran biomassa jenis-jenis palem-paleman menggunakan persamaan alometrik Brown, (1997).

$$BPlm = \exp(-2,134) * D^{2,530} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 6)}$$

2. Penghitungan Biomassa Pohon Mati Rebah

Pengukuran biomassa pohon mati rebah dilakukan dengan mengukur semua kayu mati yang ada di dalam plot dengan diameter > 5 cm dan panjang minimal 0,5 meter diukur diameternya. Jika ada sebagian kayu berada di luar plot, panjang kayu yang diukur adalah yang berada di dalam plot.

$$B = \pi \cdot D^2 \cdot h \cdot s / 40 \dots\dots\dots (\text{Persamaan 7})$$

B = Biomassa (kg); h panjang kayu (m); D = diameter kayu (cm); s = berat jenis (g/cm³) dan nilai 40 adalah konstanta.

3. Penghitungan Stok Karbon di Atas Permukaan Tanah dan Pohon Mati Rebah

Penghitungan Stok karbon dari biomassa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_b = B \times \text{fraksi karbon} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 8})$$

Keterangan:

C_b : kandungan karbon dari biomassa, dinyatakan dalam kilogram (kg);

B : total biomassa, dinyatakan dalam (kg);

Fraksi karbon : nilai persentase kandungan karbon, dan apabila nilai fraksi yang spesifik jenis tidak tersedia maka digunakan nilai *default* IPCC sebesar 0,47.

4. Penghitungan Stok Karbon Per Hektar

Perhitungan Stok karbon per hektar dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{l_{\text{plot}}} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 9})$$

Keterangan:

C_n : kandungan karbon per hektar pada masing-masing *carbon pool* pada tiap plot (tonC/ha)

C_x : kandungan karbon pada masing-masing *carbon pool* pada tiap plot, (kg)/l_{plot} : luas plot pada masing-masing pool (m²)

5. Penghitungan Stok Karbon Total Dalam Plot

Penghitungan Stok karbon total dalam plot menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_{\text{plot}} = (C_{\text{bap}} + C_{\text{tb}} + C_{\text{pm}}) \dots\dots\dots (\text{Persamaan 10})$$

Keterangan:

C_{plot} : total kandungan karbon pada plot (tonC/ha);

C_{bap} : total kandungan karbon biomassa di atas permukaan per hektar pada plot (tonC/ha);

C_{tb} : total kandungan karbon biomassa tumbuhan bawah per hektar pada plot (tonC/ha);

C_{pm} : total kandungan karbon pohon mati per hektar pada plot (tonC/ha).

6. Penghitungan Kemampuan Vegetasi Menyerap Emisi CO₂

Untuk mengetahui seberapa besarnya konversi stok karbon ke CO₂ atau emisi CO₂ yang diserap oleh vegetasi digunakan perbandingan massa atom relatif C (12) dengan massa molekul CO₂ (44), dirumuskan JIFPRO dan JOPP (2001); Morikawa, dkk., (2003):

$$\text{CO}_2\text{-ekuivalen} = (44/12) \times \text{Stok karbon} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 11})$$

7. Penghitungan Kemampuan Vegetasi Memproduksi O₂

Kemampuan memproduksi O₂ ke udara oleh vegetasi diperoleh dengan mengkonversi massa atom relatif O₂ dan membagi dengan massa molekul CO₂ dengan rumus *JIFPRO* & *JOPP* (2001); Morikawa,dkk., (2003):

$$O_2\text{-ekuivalen} = (32/44) \times CO_2\text{-ekuivalen} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 12})$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

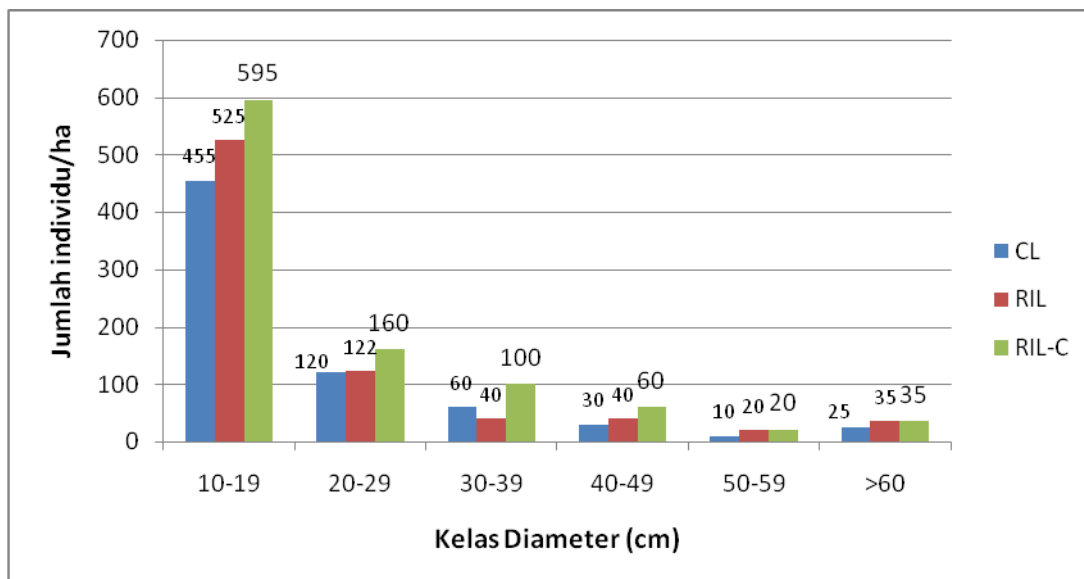
Struktur Tegakan Tinggi

Kisaran diameter yang didapat dari hasil pengukuran di lapangan adalah 10 cm ~ 100,27 cm, maka untuk menelaah struktur vegetasi hutan digunakan data kelas diameter yang dikelompokkan sebagai berikut:

D1	D2	D3	D4	D5	D6
10-19,9	20-29,9	30-39,9	40-49,9	50-59,9	>60

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai terbesar dicapai oleh diameter terkecil dan sebaliknya. Adanya perbedaan yang mencolok antara pohon-pohon berukuran kecil (diameter < 35 cm) dengan pohon berukuran besar (diameter > 50 cm) memperlihatkan kondisi regenerasi hutan yang berjalan baik (Hartson, 1980). Pada kelas diameter D1, D2, D3 dan D4, pembalakan RIL-C ditemukan tegakan tinggal lebih banyak sementara pada kelas diameter diatas 50 cm ditemukan jumlah pohon yang sama antar RIL dan RIL-C. Pohon-pohon berukuran besar dengan diameter mencapai >60 cm tercatat hanya ada 25 individu pada CL dan pada RIL dan RIL-C ditemukan 35 individu per hektar yang umumnya jenis Kapur, Ulin, Meranti dan Pasang seperti ditampilkan pada Gambar 3.

Berdasarkan persebaran kelas diameter, pohon berukuran kecil (diameter <40 cm) umumnya terdiri atas jenis-jenis Euphorbiaceae dan Myrtaceae sebaliknya untuk kelas diameter besar (diameter >60 cm) umumnya terdiri atas jenis-jenis Dipterocarpaceae, Lauraceae dan Fagaceae.

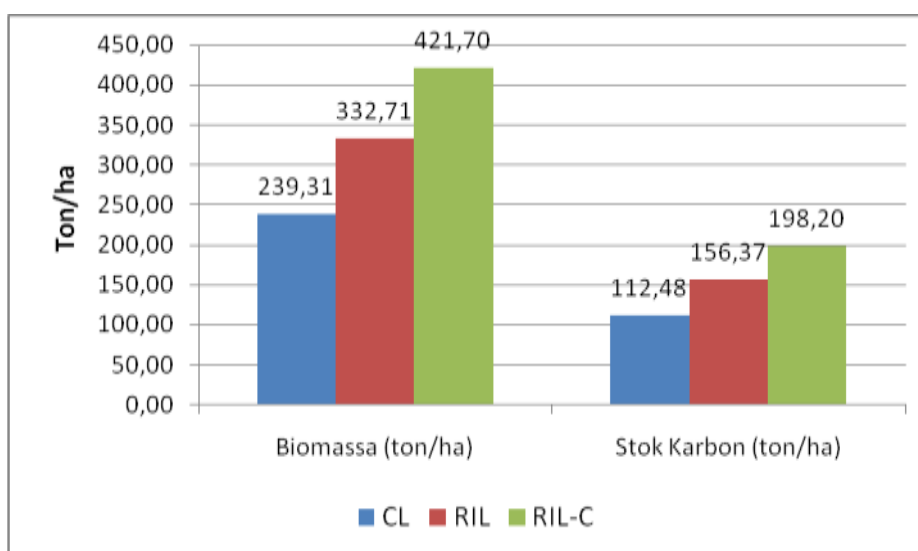


Gambar 3. Histogram tegakan tingkat tiang dan pohon berdasarkan jumlah pohon per kelas diameter

Biomassa Di Atas Permukaan Tanah pada Sapihan, Tiang dan Pohon

Hasil perhitungan biomassa dan cadangan karbon atas permukaan di plot penelitian (Gambar 4) menunjukkan bahwa RIL-C dengan kerapatan vegetasi tinggi yang lebih tinggi mulai dari sapihan sampai tingkat pohon 970 individu per hektar memiliki biomassa dan cadangan karbon atas permukaan lebih tinggi dibandingkan dengan RIL (782 individu) dan CL (780 individu). Jumlah individu sangat signifikan berbeda pada kelas diameter 10-19cm. Sementara kelas diameter lain tidak begitu banyak mengalami perbedaan.

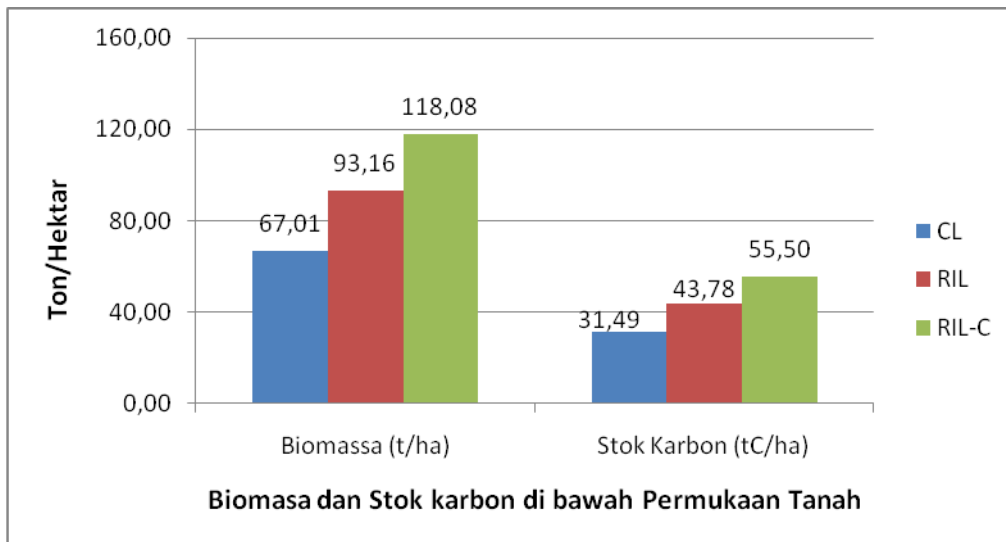
Biomassa permukaan atas adalah penjumlahan dari biomassa pohon, tiang, dan sapihan dan biomassa lantai hutan termasuk detris dan serasah. Penaksiran biomassa berdasarkan persamaan beberapa alometrik yang dikembangkan sebagaimana diuraikan pada bagian metode menunjukkan bahwa rata-rata biomassa permukaan di atas tanah pada plot penelitian berturut-turut CL, RIL dan RIL-C adalah 239,31 ton/ha; 332,71 ton/ha dan 421,70 ton/ha dengan cadangan karbon permukaan atas sebesar 112,48 tC/ha; 156,37 tC/ha dan 198,20 tC/ha. Pada penelitian ini dihasilkan nilai fraksi karbon rata-rata adalah mengacu kepada peraturan Litbanghut No.P.01/VIII-P3KR/2012 sedangkan untuk jenis-jenis yang belum termasuk dalam peraturan tersebut maka digunakan nilai fraksi karbon 0,47. Dari Gambar 4 terlihat bahwa RIL-C mampu menyimpan karbon 1,76 dibanding CL dan 1,27 dibanding RIL.



Gambar 4. Histogram akumulasi biomassa dan stok karbon diatas permukaan tanah pada tegakan tinggal bekas pada teknik pembalakan berbeda.

Biomassa Di Bawah Permukaan Tanah (Perakaran Tanaman)

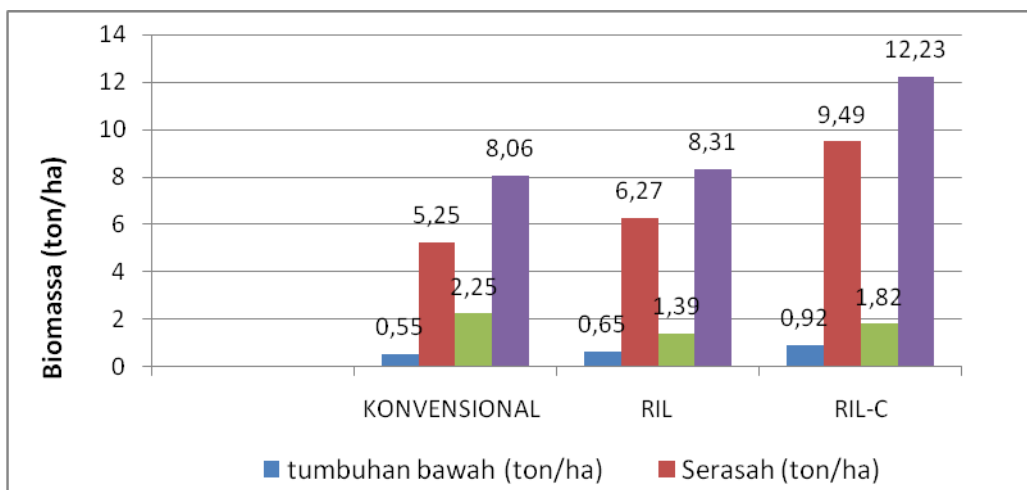
Biomassa bawah permukaan tanah (perakaran) dihitung dengan menggunakan Nisbah Akar Pucuk (*Root Shoot Ratio*) sebesar 0,28 untuk tipe hutan pegunungan tropis (berdasarkan IPCC Guidelines 2006). Dari hasil perhitungan biomassa atas permukaan tanah (Gambar 5) maka diperoleh biomassa bawah permukaan tanah sebagai berikut (Gambar 6). Dari gambar terlihat bahwa biomassa dan stok karbon perakaran (*below ground*) mengikuti trend pada biomassa dan stok karbon diatas permukaan tanah.



Gambar 5. Histogram akumulasi biomassa dan stok karbon di bawah permukaan tanah pada tegakan tinggal bekas pada teknik pembalakan berbeda.

Biomassa Di Atas Permukaan Tanah pada Tumbuhan bawah

Gambar 7 menunjukkan bahwa biomassa dan cadangan karbon rata-rata tumbuhan bawah pada tegakan tinggal bekas pembalakan RIL-C pada tumbuhan bawah dan serasah lebih tinggi dibanding CL(konvensional) yaitu berturut-turut RIL-C 12,23 ton/ha; RIL 8,31 ton/ha dan CL sebesar 8,06 ton/ha. Nilai tinggi pada RIL-C dikarenakan anakan pada bekas pembalakan ini masih terlihat melimpah karena penggunaan pancang tarik tidak banyak merusak lantai hutan dibanding penggunaan bulldozer pada kegiatan RIL dan CL.



Gambar 6. Histogram akumulasi biomassa diatas permukaan tanah pada tumbuhan bawah, serasah dan detris.

Dari Gambar 6 juga terlihat bahwa biomassa detris lebih kecil pada RIL dan RIL-C yaitu 1,39 ton/ha dan 1,82 ton/ha dibanding CL dan 1,51 kali dibanding RIL. Hal ini bisa dikarenakan metode CL meninggalkan jalan sarad yang dapat mengakibatkan erosi lebih besar dibanding metode pembalakan ramah lingkungan sehingga serasah pada lantai hutan lebih mudah terkikis air pada waktu hujan. Pada Gambar 7 berikut terlihat bahwa semai-semai yang berada pada tegakan tinggal bekas RIL-C masih melimpah sementara pada CL sangat sedikit. Kondisi itu seperti itu dapat menyebabkan erosi dan mengikis serasah yang ada dilantai hutan pada saat hujan.

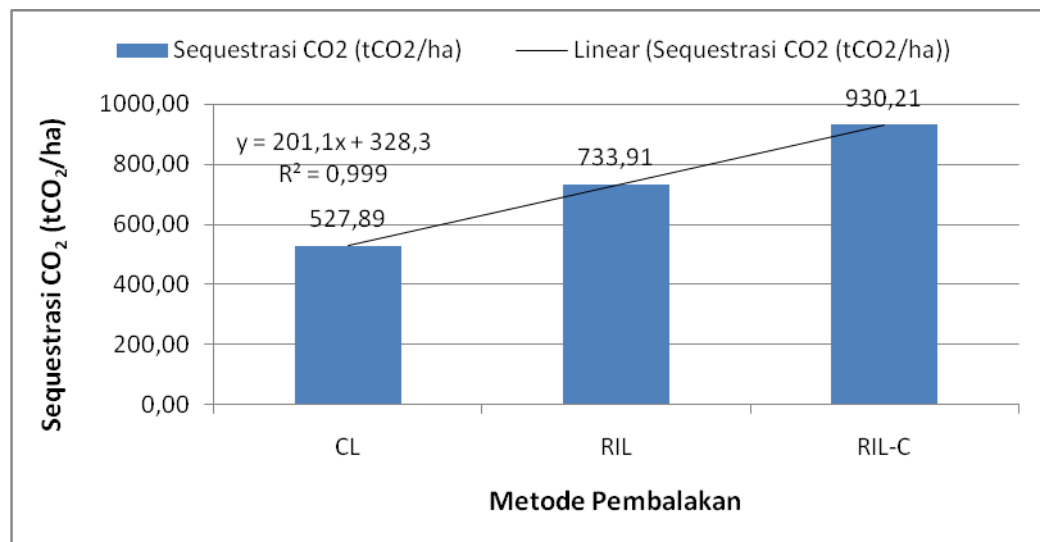


Gambar 7. Kondisi tumbuhan bawah pada CL (gbr kiri), RIL (tengah) dan RIL-C (kanan)

Sequestrasi Karbondioksida

Perhitungan sequestrasi karbondioksida pada tegakan total dalam plot pengukuran dilakukan dengan mengalikan seluruh stok karbon di atas permukaan tanah, stok karbon di bawah permukaan tanah, tumbuhan bawah dan akumulasi karbon tumbuhan bawah (*understorey*) yang dikalikan dengan molekul karbondioksida.

Hasil perhitungan (Gambar 8) penyerapan atau sequestrasi karbondioksida pada ketiga teknik pembalakan yang berbeda terlihat sangat berbeda dimana CL 527,89 tCO₂/ha; RIL 733,91 tCO₂/ha; dan RIL 930,21 tCO₂/ha. Dengan kemampuan RIL-C yang lebih tinggi dalam menyerap karbondioksida hal ini menunjukkan bahwa penerapan teknik pembalakan ramah lingkungan ini mampu menurunkan emisi lebih besar dibanding teknik pembalakan yang lain.



Gambar 8. Histogram penyerapan karbondioksida dari atmosfer

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tegakan tinggal bekas RIL-C dengan jumlah individu pohon berdiri yang lebih banyak memiliki biomassa dan cadangan karbon tegakan total yang lebih tinggi dibandingkan dengan tegakan tinggal bekas RIL dan CL sehingga mempunyai kemampuan lebih besar dalam penurunan emisi karbon yaitu 1,8 kali lebih besar dibanding CL dan 1,3 kali dibanding RIL.
2. Kerapatan semai pada RIL-C lebih tinggi dibanding RIL dan CL sehingga dinamika hutan akan berjalan lebih baik.
3. Stok karbon detris pada RIL dan RIL-C lebih kecil dibanding CL.

Saran

Saran-saran yang dapat disampaikan sebagai tindak lanjut hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui seberapa besar laju sequestrasi karbon pada tegakan tinggal maka perlu dilakukan pengukuran secara berkala kegiatan ini bisa dikerjakan bersamaan dengan pemeliharaan tegakan tinggal.
2. Perlu pengukuran karbon tanah pada beberapa kedalaman tanah untuk membandingkan dampak metode RIL-C, RIL dan CL terhadap stok karbon tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, T.M., van Laake, P.E., Skidmore, A.K. and Hussin, Y.A., 2009. *Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forest*. For. Ecol. Manage 257:1684-1694.
- Brown S., 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer*. FAO Forestry paper 134, Food Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Chave, J, Andalo, E.C, Brown, E.S, Cairns, M.A, Chambers, J.Q, Eamus, E.D, Folster, E.H, Fromard, E.F, Higuchi, N, Kira, E.T, Lescure, E.J.P, Nelson, E.B.P, Ogawa, H, Puig, E.H, Riera, E.B, Yamakura, E.T, 2005. *Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests*. Oecologia (2005) 145: 87–99.
- Diana, R. Hadriyanto, D.Hiratsuka, M. Toma, Morikawa, Y.2002. *Carbon stocks of Fast Growing Tree Species and Baseline after Forest Fire*. Proc. International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring. Taipei, Taiwan, November 11-15, 2002. P 19-27.
- Diana, R. 2007. Akumulasi karbon pada hutan sekunder dan hutan tanaman industri. Jur. Rimba Kalimantan (2007) 12: 51-55
- Diana, R. 2013. *Forest Carbon Estimation in ex Shifting Cultivation Secondary Forest Area*. The 4th International Workshop on "Wild Fire and Carbon Management in Peat-Forest in Indonesia" Palangka Raya. 24-26 September 2013
- Hiratsuka, M. Toma, T. Diana, R. Hadriyanto, D. Morikawa, Y., 2006. *Biomass recovery of Naturally Regenerated vegetation after the 1998 forest fire in East Kalimantan Indonesia*. Jurnal JARC. 40:277-282
- IPCC. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.
- Ketterings, Q. M., R. Coe, M. van Noordwijk, Y. Ambagau dan C. Palm. 2001. *Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests*. Forest Ecology and Management 146: 199-209.
- Morikawa, Y. Inoue, H. Yamada, M. Hadriyanto, D. Diana, R. Marjenah, Fatawi, M. JIFPRO and JOOP. 2001. *Carbon Accumulation of Man-Made Forest in Monsoon Asia in Relation to the CDM*. Proceeding International Workshop Bio-REFOR, Tokyo.
- Nielson, B.W., R. Mesquita, J.L.G. Periera, S.G.A. De Souza, G.T. Batista and L.B. Couto. 1999. *Allometric Regressions for Improved Estimate Central Amazon*. Forest Ecology and Mangement 117:149-167.
- Peraturan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.2012. Pedoman Penggunaan model Allometrik untuk Pendugaan Biomassa dan Stok Karbon Hutan di Indonesia.
- Samalca, I.K. 2007. *Estimation of Forest Biomass and its Error, A case in Kalimantan, Indonesia*. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation. Netherland
- SNI:7724. 2011. Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon. Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (*ground based forest carbon accounting*). BSN. Jakarta.
- Yamakura T, Hagihara A, Sukardjo S, Ogawa H. 1986.*Aboveground biomass of tropical rain forest stands in Indonesian Borneo*. Vegetatio 68:71–82
- Yasman.I,Nurrochmat. D, Septiani, Y, Lasmini. 2013.Peran Pengelolaan Hutan Produksi Alam dalam Perubahan Iklim (REDD+, Pengelolaan Hutan Lestari dan RIL-C). TNC. Jakarta.

KADAR KARBON DAN MASSA KARBON KELAPA SAWIT DI LANGKAT, SUMATERA UTARA

Muhdi^{1*)}, Iwan Risnasari¹⁾, Eva Sartini Bayu²⁾, Diana Sofia Hanafiah²⁾, Andreas Hutasoit¹⁾,
Guswinda N Sitanggang¹⁾, Dedy S Silaban¹⁾

¹⁾ Departemen Kehutanan USU

²⁾ Departemen Agroekoteknologi USU

^{*)} Jln. Nazir Alwi No. 4 Kampus USU Medan – 20154

HP. 0811657101; E-mail : muhdisyehamad@yahoo.com

ABSTRAK

Degradasi dan deforestasi lahan memicu peralihan fungsi lahan hutan dan mengkonversi hutan menjadi penggunaan lainnya, seperti perkebunan kelapa sawit. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan kadar karbon dan potensi cadangan massa karbon pada vegetasi kelapa sawit di Langkat, Sumatera Utara. Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan dua tahap kegiatan, yaitu tahap pertama pengambilan data di lapangan dan tahap kedua menganalisa kandungan karbon dilakukan di laboratorium. Penentuan kadar karbon contoh uji dari tiap-tiap bagian kelapa sawit menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995, dimana kadar karbon contoh uji merupakan hasil pengurangan 100% terhadap kadar zat terbang dan kadar abu. Analisis hubungan antara massa karbon seluruh batang kelapa sawit contoh dengan dimensi batang contoh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar karbon batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) pada umur 5 tahun sebesar 23,74 %; umur 10 tahun sebesar 24,63% dan pada umur 15 tahun kadar karbon pada batang sebesar 22,94%.

Kata Kunci : degradasi hutan, massa karbon, batang, *Elaeis guineensis* Jacq

PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit merupakan penumbuhan *land cover* (afforestasi menurut konsep *land cover change*); memiliki *canopy cover* hampir/mendekati 100 persen pada umur dewasa (syarat FAO, lebih besar dari 10 persen); dan memiliki ketinggian pohon setelah dewasa lebih dari 5 meter dan luas sehampanan diatas 0,5 hektar (FAO mensyaratkan tinggi pohon 5 meter dan luas lebih dari 0,5 hektar). Dengan demikian memenuhi kriteria minimal (*threshold*) bahkan diatas definisi hutan FAO. Selain itu, perkebunan kelapa sawit merupakan bagian dari pelestarian fungsi ekologis seperti pelestarian daur CO₂, daur O₂ dan daur air (H₂O) melalui mekanisme fotosintesis dan respirasi tanaman kelapa sawit. Fungsi ini juga merupakan bagian dari fungsi hutan secara ekologis.

Salah satu mekanisme pengurangan emisi yang masih dikembangkan adalah mekanisme REDD+ (*Reducing Emission from Deforestation and Degradation Plus*). Mekanisme ini diharapkan dapat diimplementasikan penuh sesudah tahun 2012 atau berakhirnya periode Protokol Kyoto. Agar hasil penurunan emisi mekanisme REDD+ dapat diperjualbelikan melalui mekanisme pasar, monitoring penurunan emisi haruslah dilakukan dengan cara-cara yang memenuhi kaidah internasional, dan bersifat MRV (*Measurable, Reportable dan Verifiable*) (Wibowo *et. al*, 2010).

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan kandungan karbon tanaman kelapa sawit dan cadangan massa karbon pada perkebunan kelapa sawit di Langkat, Sumatera Utara.

METODE PENELITIAN

Penelitian lapangan dilakukan di areal perkebunan kelapa sawit, Langkat, Sumatera Utara. Dalam penelitian ini untuk pendugaan cadangan karbon tegakan sawit dilakukan dengan menggunakan model terbaik berdasarkan kriteria Draper dan Smith (1991). Penentuan contoh pohon terpilih atau sample yang

akan ditebang dengan menggunakan metode acak sederhana dengan menggunakan 3 (tiga) buah petak contoh dengan ukuran 20 meter x 20 meter dengan jarak petak contoh 10 m (Kiyoshi, 2002).

Pengambilan pohon contoh terpilih dilakukan dengan penebangan satu buah tanaman kelapa sawit pada tiap – tiap plot yang berukuran 20 meter x 20 meter, tanaman contoh yang terpilih tersebut kemudian ditebang dari pangkal batang bawah diatas permukaan tanah, kemudian dipisahkan berdasarkan bagian-bagian, yaitu batang, pelepah dan daun. Batang akan dibagi menjadi beberapa segmen, dengan panjang segmen sekitar 200 cm. Semua bagian pohon contoh tersebut kemudian ditimbang, sehingga diketahui berat basah setiap bagiannya. Berat basah pohon adalah hasil penjumlahan semua berat basah dari bagian pohon. Pengambilan contoh uji seluruh tanaman contoh. Contoh uji terdiri atas contoh uji bagian batang (pangkal, tengah, dan ujung batang), pelepah dan daun masing- masing 300 gram.

Pengukuran kadar karbon dilakukan dengan tahapan sebagai berikut : (1) Kadar zat terbang. Prosedur penentuan kadar zat terbang menggunakan *American Society for Testing Material* (ASTM) D 5832-98; (2). Kadar abu. Prosedur penentuan kadar abu menggunakan *American Society for Testing Material* (ASTM) D 2866-94; dan (3). Kadar karbon. Penentuan kadar karbon contoh uji dari tiap-tiap bagian pohon menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995, dimana kadar karbon contoh uji merupakan hasil pengurangan 100% terhadap kadar zat terbang dan kadar abu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Karbon Kelapa Sawit

Rata-rata kadar karbon berdasarkan bagian-bagian tanaman memiliki kadar karbon yang bervariasi yakni kadar karbon terbesar terdapat pada bagian batang sebesar 22,94% dengan kisaran kadar karbon antara 22,79%-23,08%. Sedangkan rata-rata kadar karbon terkecil yakni pada daun sebesar 19,16% dengan kisaran kadar karbon antara 17,72%-19,95%. Besarnya kadar karbon tergantung pada kadar abu dan zat terbang dimana semakin tinggi kadar zat terbang dan kadar abu maka kadar karbon juga semakin rendah.

Berdasarkan uji beda rata-rata kadar karbon pada tanaman kelapa sawit umur 15 tahun menunjukkan hal yang berbeda nyata antara kadar karbon bagian batang dengan daun pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Sedangkan kadar karbon bagian pelepah dengan batang dan kadar karbon bagian pelepah dengan daun tidak berbeda nyata. Hasil penelitian Muhdi (2013) di areal hutan alam tropika IUPHHK-HA PT Inhutani II, Malinau, Kalimantan Timur yang menyatakan bahwa rata-rata kadar karbon tertinggi terdapat pada bagian batang sebesar 45,75%.

Massa Karbon Kelapa Sawit

Tabel 1 menunjukkan bahwa biomassa sawit pada umur 5, 10 dan 15 tahun. tahun mempunyai massa karbon rata-rata sebesar 66,12 kg/pohon, dimana kandungan biomassa tertinggi terdapat pada bagian batang sebesar 44,32 kg/pohon sawit.

Tabel 1. Kandungan massa karbon pada setiap umur kelapa sawit.

No. Petak	Massa Karbon (Kg)			
	Batang	Pelepah	Daun	Total
Contoh				
5	44,32	18,59	3,21	66,12
10	46,72	11,61	4,16	62,49
15	179,57	10,14	4,38	194,09

Biomassa kelapa sawit umur 10 tahun mempunyai biomassa sebesar 62,49 kg/pohon dimana biomassa terbesar pada bagian batang sebesar 46,72 kg/pohon. Pada sawit berumur 15 tahun, kadungan biomassa sebesar 194,09 kg/pohon, dimana pada bagian batang sebesar 179,57 kg/pohon.

Model Alometrik Pendugaan Massa Karbon Tegakan Kelapa Sawit

Model allometrik yang berhasil dibangun untuk menduga biomassa dan massa karbon tanaman kelapa sawit di Perkebunan Kelapa Sawit dapat dilihat pada Tabel 2. Model ini menghubungkan antara biomassa batang, pelepah dan daun dengan dimensi tanaman seperti diameter (D), tinggi (H), dan tinggi bebas pelepah (H_{bp}).

Tabel 2. Model Allometrik untuk Menduga Kandungan Karbon Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Bagian	Model Allometrik	S	P	R-Sq (%)
Batang	$C = 1.677 + 4.389e^{-5} D^2 H_{bp}$	57.047	0.036	49.1
	$C = 9.908e^{-5} D^{0.963} H_{bp}^{1.544}$	0.148	0.001*	90.6
	$C = 4.9204e^{-15} D^{0.164} H^{5.135}$	0.183	0.003	85.6
Pelepah	$C = 33.016 - 0.782D + 0.007D^2$	3.118	0.024*	71.0
	$C = 137.721D^{-0.044} H_{bp}^{-0.367}$	0.100	0.055	62.0
Daun	$C = 1.0617D^{0.005} H_{bp}^{0.212}$	0.060	0.055	62.0
	$C = 0.0217D^{-0.082} H^{0.782}$	0.056	0.038*	66.3
Total Tanaman	$C = 21,469 + 4.257e^{-5} D^2 H_{bp}$	55.142	0.035	49.3
	$C = 0.001559D^{0.948} H_{bp}^{1.154}$	0.140	0.004*	84.4
	$C = 1.49968e^{-11} D^{0.375} H^{3.926}$	0.150	0.006	82.1

Keterangan: C= Massa Karbon (kg); D=Diameter Setinggi Dada (Dbh) (cm); H=Tinggi Total (cm); H_{bp} =Tinggi Bebas Pelepah (cm); R-sq = Koefisien Determinasi; P = Signifikansi; S = Standard Error; * = Model alometrik terbaik per bagian kelapa sawit.

Berdasarkan kriteria statistik, model allometrik $W = \beta_0 D^{\beta_1} H^{\beta_2}$ terbaik pada penelitian ini pada tegakan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) adalah $C = 0,001559 D^{0,948} H_{BP}^{1,154}$ memiliki performansi paling baik yang menghasilkan standard error (s) terkecil yaitu 0,004 dan R-Square terbesar yaitu 84,4 %. Penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata potensi biomassa dan karbon pada tegakan umur 5 tahun masing-masing sebesar 28,53 ton/ha dan 7,17 ton C/ha. Rata-rata biomassa dan karbon pada umur 10 tahun masing-masing sebesar 187,25 ton/ha dan 42,21 ton C/ha. Adapun pada tegakan sawit umur 15 tahun, rata-rata potensi biomassa dan massa karbon tegakan sebesar 315,19 ton/ha dan 71,58 ton C/ha.

Muhdi *et al* (2014) menyatakan bahwa persamaan massa biomassa di atas permukaan tanah pada kelapa sawit di Sumatera Utara idduga dengan persamaan alometrik yang terpilih yaitu $W = 0,003 D^{2,761}$ memiliki R^2 (adj) sebesar 89,04 % yang menyatakan bahwa sebesar 89,0 % keragaman massa biomassa pohon sudah dapat dijelaskan oleh pengaruh diameter, sedangkan sisanya sebesar 10,96 % dipengaruhi faktor lingkungan. Nilai P-value < 0,5 yang artinya log D berpengaruh nyata terhadap log W pada taraf pengujian 95 %.

Persamaan alometrik pendugaan biomassa pohon dengan menggunakan variabel bebas diameter pohon dapat dipakai untuk menduga massa biomassa pohon pada perkebunan kelapa sawit (Yulianti *et. al.*, 2010). Yulianti, *et. al* (2009) di agroekosistem kelapa sawit yaitu di kebun Meranti Paham dan Panai Jaya milik PTPN IV di daerah Negeri Lama, Kabupaten Labuhan Batu, Sumatera Utara, yang menyatakan bahwa C biomassa mulai umur tanam 17 tahun cenderung menunjukkan nilai yang konstan dan terjadi penurunan pada umur 18 tahun. Muhdi (2013) menyatakan bahwa persamaan alometrik yang terpilih untuk menduga biomassa pohon pada hutan alam tropika di areal IUPHHK PT Inhutani II, Kalimantan Timur yaitu $W = 0,041586 D^{2,70}$. Muhdi *et. al* (2014) menyatakan bahwa persamaan biomassa di atas permukaan tanah pada perkebunan kelapa sawit di Binjai, Sumatera Utara terpilih yaitu $W = 0,003 D^{2,761}$. Dengan demikian persamaan alometrik pendugaan biomassa pohon dengan menggunakan variabel bebas diameter pohon dapat dipakai untuk menduga massa biomassa pohon pada perkebunan kelapa sawit.

KESIMPULAN

Kadar karbon bagi tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) pada umur 5 tahun pada daun, pelepah dan batang masing-masing sebesar 8,32 %, 22,75 % dan 23,74 %; umur 10 tahun masing-masing pada batang sebesar 24,63%, pelepah sebesar 21,19%, dan daun sebesar 18,23%; dan pada umur 15 tahun kadar karbon pada batang sebesar 22,94%, pelepah sebesar 20,15%, dan daun sebesar 19,16%. Model massa karbon terbaik umur 5 tahun tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) adalah $C = 0,001559 D^{0,948} H_{BP}^{1,154}$. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa potensi massa karbon tegakan perkebunan kelapa sawit PT. Putri Hijau umur 5 tahun sebesar 7,17 ton/ha, 10 tahun 42,22 ton/ha dan 15 tahun 71,58 ton/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Draper N, Smith H. 1991. *Applied Regression Analysis*. Ed ke-2. New York: John Wiley and Sons.
- Kiyoshi, M. 2002. *Measurement of Biomass in Forest*. JICA Jepang.
- Muhdi. 2013. *Meminimalkan Kehilangan Cadangan Massa Karbon Melalui Pemanenan Kayu Ramah Lingkungan di Hutan Alam Tropika, Kalimantan Timur*. Prosiding. Peranan Pers Pada Pembangunan Pertanian Berwawasan Lingkungan Mendukung Kedaulatan Pangan Berkelanjutan. 21 Februari 2013. Aula Soeratman Kampus USU Fakultas Pertanian. pp.209-216
- Muhdi, Iwan R., dan Eva S.B. 2014. *Pendugaan Cadangan Biomassa Di Atas Permukaan Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Di Sumatera Utara*. Prosiding. Seminar Nasional Biologi. 15 Februari 2014. Aula FMIPA USU.
- Wibowo, A. Kirsfianti, G., Fitri, N., Indartik, Hariyatno, D., Sulistya, Ekawati, Haruni, K., dan Chairil, A. S. 2010. REDD+ and Forest Governance. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan. Bogor.
- Yulianti, N., Winarna, Kukuh M. 2009. Perhitungan Biomassa dan Cadangan Karbon Dari Agroekosistem Kelapa Sawit (Studi Kasus di Kebun Meranti Paham dan Panai Jaya, Sumatera Utara). Pusat Penelitian Kelapa Sawit 17(3): 108-113
- Yulianti, N., Suroso R., Edy S.S. 2010. Persamaan Allometrik Untuk Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Lahan Gambut. Pusat Penelitian Kelapa Sawit 18(3): 95-101.

KANDUNGAN LOGAM BERAT (Pb, Zn) PADA AIR DAN IKAN NILA DI KOLAM BEKAS TAMBANG BATUBARA DESA PURWAJAYA KABUPATEN TENGGARONG KALIMANTAN TIMUR

Budi Winarni, Nur Hidayat, Sri Ngapiyatun

Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
Jl. Samratulangi, Kampus Sei Keledang, Samarinda 75131
E-mail: orcaella@yahoo.com

ABSTRAK

Kegiatan pertambangan dapat berdampak pada perubahan atau rusaknya ekosistem, sehingga tidak dapat lagi menjalankan fungsinya secara optimal, seperti perlindungan tanah dan tata air. Kolam bekas galian tambang batubara di Desa Purwajaya ditaburi benih ikan nila. Dikarenakan pemeliharaan ikan tersebut di kolam bekas galian tambang batubara, dimana logam berat biasanya ditemukan dalam bentuk sulfida baik organik maupun anorganik di dalam batubara, maka diduga adanya logam berat pada air kolam tersebut dan terabsorpsi ke dalam tubuh ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kandungan logam timbal (Pb) dan seng (Zn) pada air dan daging ikan nila yang dibudidayakan di kolam bekas galian tambang batubara sebelum dan setelah fitoremediasi dengan tanaman apu-apu. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel di lapangan pada empat lokasi pengambilan sampel air dan ikan. Uji kandungan logam Pb dan Zn pada air dan daging ikan nila menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb dan Zn di dalam air kolam ikan tersebut jauh melebihi batas maksimum baku mutu air (Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No. 02 Tahun 2011). Kandungan Pb di dalam daging ikan nila melebihi batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan (SNI 7387:2009), dan kandungan Zn pada daging ikan nila melebihi batas maksimum cemaran logam dalam makanan (Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/1989). Setelah dilakukan fitoremediasi dengan tanaman apu-apu, kandungan Pb pada air kolam dan daging ikan nila masih di atas batas maksimum cemaran sehingga daging ikan Nila tidak aman untuk dikonsumsi. Untuk mengurangi kandungan Pb di air kolam dan ikan nila maka dapat diuji coba fitoremediasi dengan pemberian tanaman kangkung air (*Ipomea aquatic*) atau eceng gondok (*Eichhornia crassipes*).

Kata kunci: batubara, kolam, ikan nila, logam berat

PENDAHULUAN

Desa Purwajaya berada di Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Pada awalnya Desa Purwajaya adalah Unit Pemukiman Transmigrasi (UPT), perpindahan penduduk dari Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, dan transmigran lokal, terletak di jalan poros Samarinda-Balikpapan. Usaha yang digeluti sebagai mata pencaharian utama adalah di bidang pertanian. Selain itu terdapat pula penduduk yang mengusahakan perkebunan, peternakan, dan perikanan. Telah beberapa tahun ini terjadi alih fungsi penggunaan lahan menjadi lahan pertambangan batubara. Pertambangan batubara berpotensi menyebabkan kerusakan lahan.

Lahan bekas tambang batubara meninggalkan lubang-lubang bekas galian dan terisi oleh air hujan membentuk kolam. Air kolam tersebut tidak dapat digunakan baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun untuk budidaya ikan karena masih tingginya logam berat yang terkandung di dalamnya. Bila air bekas tambang batubara ini mengalir/dialirkan ke badan air (parit atau sungai) maka akan mengakibatkan banyak kerugian. Air bekas tambang batubara yang mengalir ke sungai ketika digunakan untuk mengairi lahan pertanian, mengakibatkan penurunan hasil panen bahkan menyebabkan kegagalan panen. Upaya pelestarian lingkungan perlu dilakukan agar tidak terjadi kerusakan lebih lanjut.

Kerusakan lingkungan umumnya pada tambang terbuka diakibatkan selain karena adanya limbah (tailing), juga terlepasnya unsur-unsur kimia tertentu seperti Fe dan S dari senyawa pirit (Fe_2S) menghasilkan air buangan bersifat asam. Air asam tambang mengandung logam berat yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan jangka panjang (Putra, 2011). Asam tambang adalah asam sulfat yang terbentuk oleh reaksi air dan udara dengan belerang. Batubara banyak mengandung belerang. Asam tambang berpotensi paling besar mencemari lingkungan. Kurasan asam tambang yang dibawa oleh aliran limbah merusak mutu air sungai, sedang yang meresap ke dalam tanah merusak mutu air tanah. Kurasan asam tambang mengandung pula logam-logam yang beracun bagi kehidupan akuatik seperti Fe, Cu, Pb dan Zn. Konsentrasi logam berat yang tinggi di dalam air dapat masuk ke dalam rantai makanan dan berpengaruh buruk pada organisme (Canter, 1977 dalam Notohadiprawiro, 2003).

Menurut Anonim (2009) logam berat adalah elemen kimia metalik dan metaloida, memiliki bobot atom dan bobot jenis yang tinggi, yang dapat bersifat racun bagi makhluk hidup. Timbal atau plumbum (Pb) adalah racun sistemik. Keracunan Pb akan menimbulkan gejala: rasa logam di mulut, garis hitam pada gusi, gangguan GI, anorexia, muntah-muntah, kolik, ensefalitis, wrist drop, irritable, perubahan kepribadian, kelumpuhan, kebutaan, anemia dan albuminuria (Slamet, 1995). Jumlah Pb minimal di dalam darah yang dapat mengakibatkan timbulnya gejala keracunan berkisar antara 60 sampai 100 mikrogram per 100 ml darah untuk orang dewasa (Fardiaz, 1992). Seng (Zn) diperlukan tubuh untuk proses metabolisme, tetapi dalam kadar tinggi dapat bersifat racun yang dapat menimbulkan gejala muntaber (Slamet, 1995).

Masyarakat Desa Purwajaya sebagian besar menggantungkan kehidupan mereka dengan bertani. Pembudidayaan ikan nila di kolam bekas tambang batubara dilakukan untuk dikonsumsi dan sebagai tambahan penghasilan. Fitoremediasi merupakan usaha penggunaan tumbuhan yang mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat di dalam jaringan tanaman untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik dan memperbaiki kualitas lingkungan pada perairan yang tercemar logam berat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kandungan logam timbal (Pb) dan seng (Zn) pada air dan daging ikan nila yang dibudidayakan di kolam bekas galian tambang batubara sebelum dan setelah fitoremediasi dengan tanaman apu-apu.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel air dan ikan dilaksanakan di kolam bekas tambang batubara di Desa Purwajaya, Kabupaten Tenggarong, Provinsi Kalimantan Timur pada empat lokasi, yaitu di daerah masuknya aliran air ke kolam, bagian tengah kolam, dan 2 lokasi pada bagian tepi kolam yang berseberangan. Pengambilan sampel air sedalam satu meter di bawah permukaan air kolam sebanyak 2 liter pada setiap lokasi sampling dengan menggunakan *water sampler*, kemudian sampel air disimpan dalam botol polyethylene (PE). Pengambilan ikan dengan ukuran yang sama menggunakan jaring pada masing-masing titik pengambilan sampel yang telah ditetapkan. Ikan yang diperoleh dimasukkan ke dalam kantong plastik PE selanjutnya didinginkan dengan es dan disimpan di dalam *coolbox* sebelum dianalisis di laboratorium. Uji kandungan logam Pb dan Zn pada air dan daging ikan nila dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah. Penentuan kandungan logam berat dilakukan dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

Data kandungan logam berat (Pb dan Zn) pada air kolam dan daging ikan nila yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan:

- 1) Data hasil uji kandungan logam Pb dan Zn di dalam air dengan baku mutu kualitas air (Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No. 02 Tahun 2011).
- 2) Data hasil uji kandungan logam Pb di dalam daging ikan nila dengan batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan (SNI 7387:2009), dan kandungan logam Zn di dalam daging ikan dengan batas maksimum cemaran logam dalam makanan (Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data hasil uji laboratorium kandungan logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada air kolam ikan nila dibandingkan dengan baku mutu air pada sumber air ditampilkan pada Tabel 1 .

Tabel 1. Kandungan logam berat Pb dan Zn pada air kolam

Kondisi	Parameter	Metode	Satuan	Hasil	Baku Mutu Air *)
Sebelum fitoremediasi	Pb (Timbal)	AAS	mg/L	0,081	0,03
	Zn (Seng)	AAS	mg/L	0,069	0,05
Sesudah fitoremediasi	Pb (Timbal)	AAS	mg/L	0,08	0,03
	Zn (Seng)	AAS	mg/L	0,02	0,05

Keterangan: *) Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No. 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Data hasil uji laboratorium kandungan Pb dan Zn pada daging ikan nila dibandingkan dengan batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan/makanan ditampilkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Kandungan logam berat Pb dan Zn pada daging ikan nila

Kondisi	Parameter	Metode	Satuan	Hasil	Batas Maksimum Cemaran
Sebelum fitoremediasi	Pb (Timbal)	AAS	mg/kg	7,80	0,3 *)
	Zn (Seng)	AAS	mg/kg	13,44	0,1 **)
Sesudah fitoremediasi	Pb (Timbal)	AAS	mg/kg	9,48	0,3 *)
	Zn (Seng)	AAS	mg/kg	0,04	0,1 **)

Keterangan: *) Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan (SNI 7387:2009)

**) Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/1989 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Makanan

Pembahasan

1. Kandungan Pb dan Zn pada Air Kolam

Hasil pengujian laboratorium (Tabel 1) menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb dan Zn pada air kolam jauh melebihi batas maksimum baku mutu air berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No. 02 Tahun 2011. Dari pantauan di lapangan diketahui bahwa kolam tersebut berusia tiga tahun, menerima limpahan air dari lingkungan sekitar dalam bentuk saluran air yang mengalirkan airnya ke kolam tersebut dan pertambangan batubara di Desa Purwajaya sampai saat ini masih aktif melakukan penambangan. Hal inilah yang diduga menjadi penyebab tingginya kandungan Pb dan Zn di dalam air kolam. Menurut Hartono *et al.* (2011) semakin lama usia danau maka semakin sedikit kadar logam yang terlarut. Fluktuasi konsentrasi logam berat dapat dipengaruhi oleh masuknya buangan yang mengandung logam berat, seperti limbah industri, limbah domestik, pertambangan dan pertanian yang masuk ke perairan, debu yang masuk ke perairan dengan bantuan air hujan, aliran sungai dan angin (Darmono, 1995). Berdasarkan kandungan logam Pb dan Zn, menunjukkan bahwa baku mutu air kolam tersebut peruntukannya belum dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar. Pemberian perlakuan fitoremediasi dengan tanaman apu-apu di kolam ternyata dapat menurunkan kandungan Zn di air kolam, tetapi belum dapat menurunkan kandungan Pb.

2. Kandungan Pb dan Zn pada Daging Ikan Nila

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan Pb dan Zn pada daging ikan nila melebihi batas maksimum cemaran logam berat dalam makanan. Pembudidayaan ikan nila baru pertama kali dilakukan di kolam yang berusia tiga tahun ini. Ikan merupakan bioindikator terhadap pencemaran lingkungan, termasuk cemaran kimia. Jika di dalam tubuh ikan terkandung kadar logam berat yang melebihi batas normal yang telah ditentukan maka telah terjadi suatu pencemaran dalam lingkungan tersebut. Kandungan Pb dan Zn yang tinggi pada daging ikan nila diduga karena ikan nila sudah terpapar logam berat di dalam air kolam tersebut, sehingga logam yang terabsorpsi mengendap di dalam tubuh ikan. Menurut Darmono (1995)

absorpsi logam oleh hewan air berasal dari pakan yang dimakan. Kadar logam yang masuk ke dalam tubuh ikan dengan cara langsung dari air (biokonsentrasi) lebih kecil bila dibandingkan yang masuk melalui rantai makanan (biomagnifikasi). Hal ini disebabkan karena penetrasi pasangan ion logam melewati lapisan sel biasanya tidak secara terus menerus, tetapi kadang-kadang terhenti (intermiten) dan sangat dipengaruhi oleh keseimbangan elektrolit dalam air, sementara fitoplankton sebagai biota perairan tingkat trofik rendah yang merupakan makanan zooplankton dan ikan dapat mengandung logam lebih tinggi daripada kandungan pada lingkungan sekitarnya. Proses masuknya logam berat ke dalam tubuh ikan menurut Connel & Miller (1995) dengan cara terlebih dahulu logam berat dikonsumsi oleh biota yang lain, dengan urutan biota air tingkat trofik rendah, kemudian ke biota tingkat trofik tinggi. Pemberian perlakuan fitoremediasi dengan tanaman apu-apu di kolam ternyata dapat menurunkan kandungan Zn pada daging ikan, tetapi belum dapat menurunkan kandungan Pb. Berdasarkan batas maksimum cemaran logam Pb dalam pangan (Anonim, 2009), maka daging ikan nila tersebut tercemar Pb.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Kandungan logam berat (Pb dan Zn) dalam air kolam bekas tambang batubara di Desa Purwajaya masih di atas ambang batas baku mutu air untuk kegiatan budidaya perikanan, sehingga air kolam tersebut peruntukkannya belum dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar
2. Kandungan logam berat Pb pada ikan nila setelah dilakukan fitoremediasi masih di atas ambang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan, sehingga daging ikan nila tersebut tidak aman untuk dikonsumsi.

Saran

Untuk mengurangi kandungan Pb di air kolam dan ikan nila maka dapat diuji coba fitoremediasi dengan pemberian tanaman kangkung air (*Ipomea aquatic*) atau eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang memiliki kemampuan dalam menyerap logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1989. Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/1989 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Makanan.
- Anonim. 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. SNI 7387: 2009. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Anonim. 2011. Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No. 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Connell, D.W. dan G.J. Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terjemahan Y. Koestoer. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air & Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Hartono, A.D., T. Wirawan, A. Kahar. 2011. Penentuan Kandungan Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Air, Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) dan Sedimen di Danau Bekas Galian Tambang Batubara di Tenggarong Seberang. Prosiding Seminar Kimia Nasional. ISBN 978-602-19421-0-9.
- Notohadiprawiro, T. 2003. Pengelolaan Lahan dan Lingkungan Pasca Penambangan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Putra, R.A. 2011. Bioremediasi Sebagai Alternatif Penanganan Pencemaran Akibat Tambang Batubara. Jurnal Lingkungan Hidup 3 Januari 2011.
- Slamet, J.S. 1998. Kesehatan Lingkungan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

DINAMIKA POTENSI EROSI TANAH PADA LAHAN REVEGETASI PASCA TAMBANG BATUBARA PT BERAU COAL (2010 - 2013)

Triyono Sudarmadji

Laboratorium Konservasi Tanah dan Air (KTA)
Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman (PS-KHT Fahutan-UNMUL),
Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur
email: triyono_sudarmadji@yahoo.com

ABSTRAK

Potensi erosi tanah sangat tergantung kepada faktor-faktor penentu kejadiannya yaitu erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang-kemiringan lereng, penutupan vegetasi, serta tindakan konservasi tanah dan air. PT BC selalu memantau dan mengelola setiap dampak yang telah, sedang maupun potensial timbul seiring kegiatan penambangan batubara. Pengamatan erosi dilaksanakan di 3 (tiga) site yaitu SMO, BMO, dan LMO dengan kriteria penutupan lahan : LT, <2T, 2-4T, 4-6T, 6-8T, 8-10T, 10-12T, >12T, serta LO. Erodibilitas tanah adalah ST pada LT, T pada < 2T dan 2-4T, AT pada 4-6T, S pada 6-8T, R - S pada 8-10T, 10-12T, >12T, serta SR pada LO. Potensi erosi pada <2T, 2-4T dan 4-6T berkisar antara SR - S mengindikasikan adanya penahanan tajuk tanaman revegetasi terhadap tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kapasitas infiltrasi tanah; sedangkan pada 6-8T, 8-10T, 10-12T, >12T, serta LO adalah SR mengindikasikan adanya penahanan tumbukan curah hujan dan pengendalian limpasan permukaan. Harkat KBE pada LT: ST, pada <2T: S, pada 2-4T: R - T, pada 4-6T: SR - R, pada 6-8T, 8-10T, 10-12T, >12T serta pada LO: SR. Secara indikatif, pencapaian harkat KBE pada kisaran SR - R - S di lahan revegetasi pasca tambang memerlukan waktu setidaknya 5 - 6 tahun, dengan faktor-faktor yang perlu dikelola meliputi kelerengan dan penyiapan lahan reklamasi, serta intensitas pengelolaan tanaman. Upaya untuk menekan potensi erosi adalah dengan tindakan praktis berupa penanaman tanaman penutup tanah - tanaman cepat tumbuh - tanaman tahunan yang didukung dengan ketersediaan jaringan drainase yang memadai baik sebaran maupun kapasitasnya.

Kata kunci: potensi erosi, revegetasi lahan pasca tambang, penutupan lahan, limpasan permukaan, kapasitas infiltrasi, tindakan konservasi tanah dan air

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kegiatan penambangan batubara menimbulkan masalah lingkungan yang sangat signifikan sehingga harus dilakukan pengelolaan lingkungan seiring pembersihan lahan, penanganan tanah pucuk, pengelolaan limbah, penambangan, *restorasi - reklamasi - revegetasi* lahan bekas tambang, serta hal-hal terkait dengan *pra - pelaksanaan - pasca* penambangan. Pemanfaatan sumberdaya alam tidak terbarukan tersebut harus rasional, efisien, serta tidak boros. Rona lahan pasca tambang umumnya berupa timbunan material lapisan penutup dalam kondisi agregat hancur, struktur pori rusak, adanya rongga-rongga pada bongkahan tanah, fragmen batuan tercampur batubara, serta tanpa lapisan bahan organik. Disamping itu juga yang sangat drainase buruk, tanah tidak mampu memegang air, serta kondisi kepadatan tanah dan temperatur yang tinggi.

Perumusan Masalah

Lahan pasca tambang tidak siap sebagai media tumbuh tanaman, belum diketahui sepenuhnya jenis-jenis - teknik dan prosedur penanaman - pemeliharaan tanaman yang efektif dan -efisien, karakteristik fisik - kimiawi lahan serta faktor pembatas pertumbuhan tanaman - diantaranya dinamika dan karakteristik erosi tanah.

Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi dan dinamika erosi tanah pada lahan pasca tambang setelah direvegetasi, serta efektivitas pengelolaan lingkungan khususnya terhadap erosi dan dampak turunan yang mungkin terjadi.

Hasil dan Manfaat yang Diharapkan

Diketuainya status potensi erosi dengan indikator harkat Kelas Bahaya Erosi (KBE) guna mengindikasikan karakteristik potensi erosi pada berbagai kelas umur lahan revegetasi pasca tambang dan lahan original.

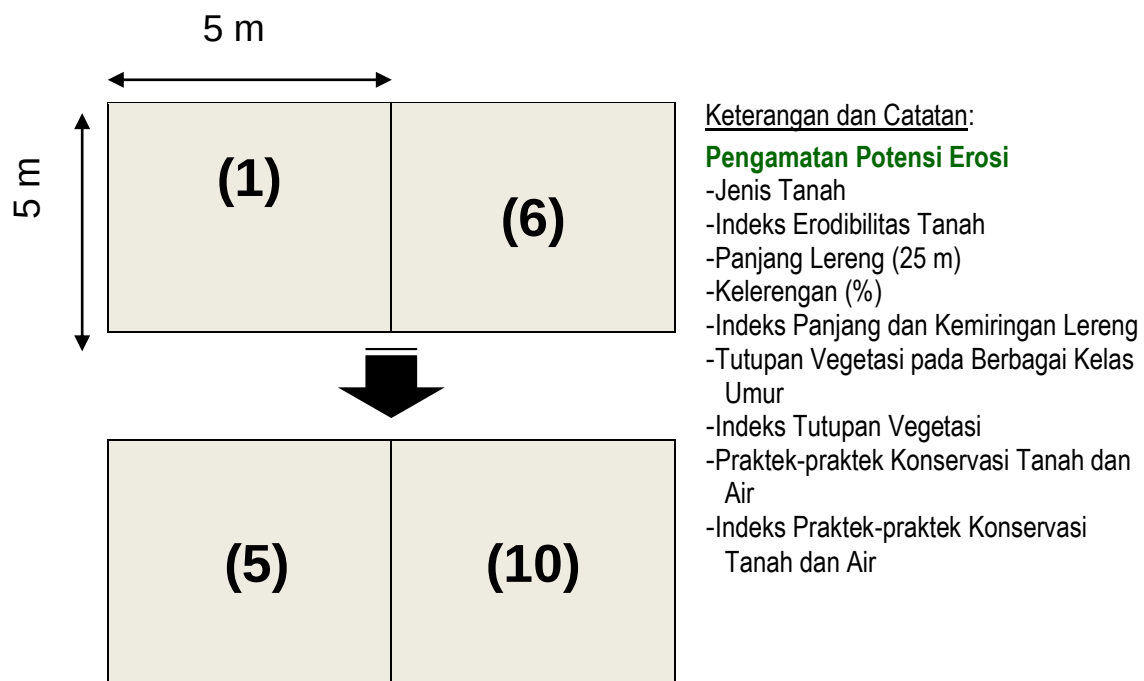
METODA PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Pendugaan potensi erosi dilaksanakan di lahan revegetasi pasca tambang batubara dan lahan original. Di setiap site ditetapkan 8 (delapan) PUP mulai dari lahan terbuka hingga lahan original selama 4 (empat) tahun kalender pada rentang 2010 - 2013.

Prosedur

Pengamatan dilaksanakan pada tingkat penutupan lahan LT, <2T, 2-4T, 4-6T, 6-8 T, 8-10T, >10T, serta LO. Potensi erosi diduga menggunakan pendekatan Universal Soil Loss Equation (USLE): $A = R \times K \times (LS) \times C \times P$. Jumlah PUP 24 buah (10 m x 25 m) dan setiap PUP terdiri dari 10 Sub-PUP (5 m x 5 m) (**Gambar-01**).



Gambar 1. Petak Ukur Pemantauan (PUP) Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang PT BC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Risalah Lokasi

Konsesi penambangan PT BC terletak pada koordinat 01°58'18" - 02°8'46" LS dan 117°20'10" - 117°29'1" BT. Fisiografi lahan berupa dataran sungai-perbukitan di ketinggian 1-90m dpl. Rataan jeluk hujan tahunan merata sepanjang tahun, tertinggi pada Desember dan terendah Agustus. Suhu udara tertinggi pada Juni dan minimum pada Januari. Kelembaban udara rata-rata tahunan 86,3%, maksimum 98% dan minimum 60%, dengan rata-rata penyinaran matahari 47,4%. Konsesi tambang dibawah pengaruh tipe iklim A (SMO, LMO) - Q = 6,1% dan 3,9%, serta BMO tipe B (Q = 22,0%).

Kondisi Potensi Erosi Tanah

Erosi tanah merupakan proses penghanyutan tanah oleh kekuatan air dan/atau angin, baik yang berlangsung alamiah maupun akibat tindakan manusia; sehingga dikenal adanya erosi normal (*geological erosion*) dan erosi dipercepat (*accelerated erosion*). Erosi normal membentuk keseimbangan dinamis, sehingga ketebalan tanah menjadi stabil, namun aktivitas manusia mengganggu keseimbangan yang mempercepat laju erosi.

Proses kejadian erosi meliputi *soil detachment*, *diss-aggregation*, *dispersion*, *particle soils transportation*, serta *deposition*, dengan penyebab utama iklim, tanah, topografi, vegetasi, serta manusia. Rataan jeluk hujan tahunan 2.098 - 2.923 mm dengan kisaran Indeks R 1.317 - 2.064 (LMO). Indeks K 0,10 - 0,64 yaitu ST pada LT dan menurun seiring perkembangan vegetasi (+ *tumbuhan bawah*) dengan status ST pada LT, T pada <2T, AT pada 2-4T, S pada 4-6T, R - S pada 6-8T, R - S pada 8-10T dan > 10T serta SR pada LO. Kondisi topografi di Di SMO dan BMO datar - landai, LMO datar - agak curam, LO agak curam - sangat curam. Indeks C berkisar 0,001 (LT) - 1,000 (LO), dan Indeks P di SMO 0,50-0,95, BMO 0,50-0,95, serta LMO 0,50-0,95. Potensi erosi menurun seiring dengan peningkatan penutupan vegetasi (Tabel-01), dengan Kelas Bahaya Erosi (KBE) yang berkisar antara Sangat Rendah (SR) hingga Sangat Tinggi (ST).

Tabel 1. Potensi Erosi (A) pada Site SMO - BMO - LMO di PT Berau Coal (Ton/Ha/Tahun)

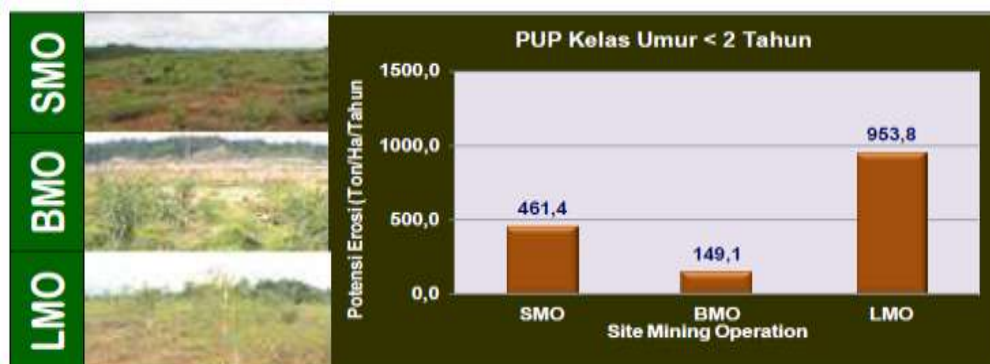
No.	Kelas Penutupan Lahan	Besaran Indeks					Potensi Erosi (A)	Kelas Bahaya Erosi (KBE)
		(R)	(K)	(LS)	(C)	(P)		
01.	Site - SMO							
	<2 Tahun	1.317	0,44	3,1	0,320	0,50	287,422	T
	2 - 4 Tahun	1.317	0,42	1,4	0,320	0,50	123,903	S
	4 - 6 Tahun	1.317	0,33	0,4	0,320	0,50	27,815	R
	6 - 8 Tahun	1.317	0,21	0,4	0,200	0,50	11,063	R
	8-10 Tahun	1.317	0,11	1,4	0,020	0,75	3,042	SR
	10-12 Tahun	1.317	0,11	1,4	0,010	0,90	1,825	SR
	>12 Tahun	1.317	0,10	3,1	0,010	0,90	3,674	SR
	Original-Htn	1.317	0,10	9,5	0,001	0,95	1,189	SR
02.	Site - BMO							
	<2 Tahun	1.971	0,44	1,4	0,320	0,50	194,262	T
	2 - 4 Tahun	1.971	0,42	1,4	0,320	0,50	185,432	T
	4 - 6 Tahun	1.971	0,33	0,4	0,200	0,75	39,026	R
	6 - 8 Tahun	1.971	0,21	0,4	0,020	0,50	1,656	SR
	8 -10 Tahun	1.971	0,11	0,4	0,010	0,50	0,434	SR
	10-12 Tahun	1.971	0,11	1,4	0,010	0,50	1,518	SR
	> 12 Tahun	1.971	0,10	0,4	0,010	0,50	0,394	SR
	Original-Htn	1.971	0,10	9,5	0,001	0,95	1,779	SR
03.	Site - LMO							
	<2 Tahun	2.010	0,44	3,1	0,400	0,75	822,492	ST
	2 - 4 Tahun	2.010	0,42	1,4	0,400	0,75	354,564	T
	4 - 6 Tahun	2.010	0,33	3,1	0,200	0,75	308,435	T
	6 - 8 Tahun	2.010	0,21	1,4	0,020	0,50	5,909	SR
	8 -10 Tahun	2.010	0,11	3,1	0,010	0,50	3,427	SR
	10-12 Tahun	2.010	0,11	1,4	0,010	0,50	1,548	SR
	>12 Tahun	2.010	0,10	0,4	0,010	0,50	0,402	SR
	Original-Htn	2.010	0,10	6,8	0,001	0,95	1,298	SR
Maksimum		2.010	0,44	9,50	0,40	0,95	822,492	ST
Rataan		1.766	0,23	2,36	0,13	0,64	99,271	S
Minimum		1.317	0,10	0,40	0,00	0,50	0,394	SR

Potensi dan Kelas Bahaya Erosi (KBE)

Berdasarkan penetapan besaran indeks erosivitas hujan (R), kepekaan tanah terhadap erosi (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), penutupan lahan dan pengelolaan tanaman (C) serta indeks praktek tindakan konservasi tanah (P), maka besaran potensi erosi yang mungkin terjadi pada setiap PUP dapat dilakukan. Terdapat kecenderungan potensi erosi yang mungkin terjadi dari lahan pasca tambang yang terbuka adalah menurun dengan semakin meningkatnya penutupan vegetasi. Secara kualitatif, Kelas Bahaya Erosi yang merupakan indikasi besaran potensi erosi berkisar dari Sangat Rendah (SR) hingga Sangat Tinggi (ST).

Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang KU <2 Tahun

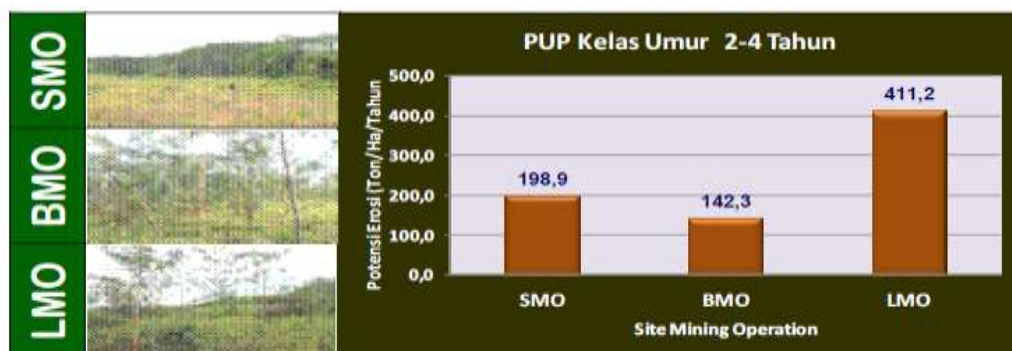
Potensi erosi lahan revegetasi pasca tambang <2T masing-masing adalah sebesar 461,4 ton/ha/tahun (SMO), 149,1 ton/ha/tahun (BMO), dan 953,8 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE adalah T, S, dan ST (**Gambar 02**). Secara suseptibilitas, harkat KBE tersebut mengindikasikan telah ada penahanan tumbukan langsung hujan terhadap lahan oleh penutupan vegetasi, yang berarti bahwa setidaknya terjadi peningkatan kemampuan lahan untuk meresapkan sebahagian curah hujan melalui proses perembesan (infiltrasi) ke dalam tanah. Upaya untuk mempertahankan dan meningkatkan intensitas penutupan lahan yang secara signifikan dapat mereduksi erodibilitas tanah akibat tumbukan langsung curah hujan dan transportabilitas partikel-partikel tanah yang ter-disagregasi dan ter-dispersi adalah upaya pengelolaan lahan-lahan revegetasi pasca tambang secara intensif. Secara praktis hal tersebut berarti adanya kegiatan pemeliharaan tanaman (penyulaman, pemupukan, pengendalian gulma - hama penyakit, penanaman pengayaan), guna mengawal sepenuhnya pertumbuhan tanaman revegetasi.



Gambar-02. Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang < 2 Tahun

Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang KU 2 - 4 Tahun

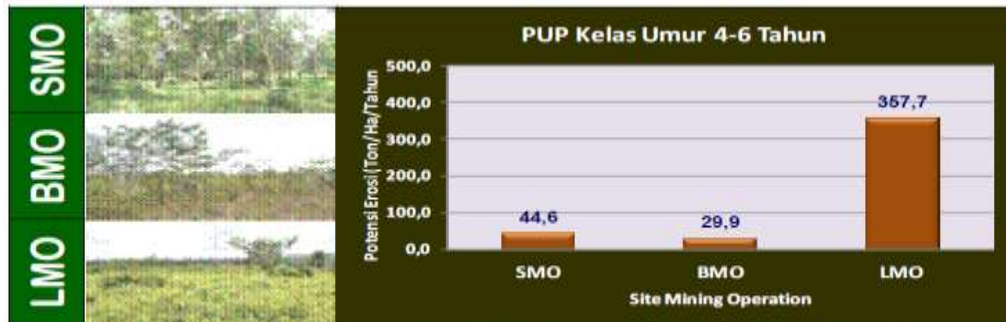
Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang 2 - 4 tahun masing-masing adalah sebesar 198,9 (SMO), 142,3 (BMO), dan 411,2 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE S, S, dan T (**Gambar-03**). Harkat KBE tersebut mengindikasikan adanya penahanan tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kapasitas infiltrasi lahan. Kegiatan pemeliharaan - penyulaman, pemupukan, pengendalian gulma, hama penyakit serta upaya pengayaan tanaman guna mengawal pertumbuhan tanaman revegetasi sangat penting.



Gambar-03. Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang 2 - 4 Tahun

Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang KU 4 - 6 Tahun

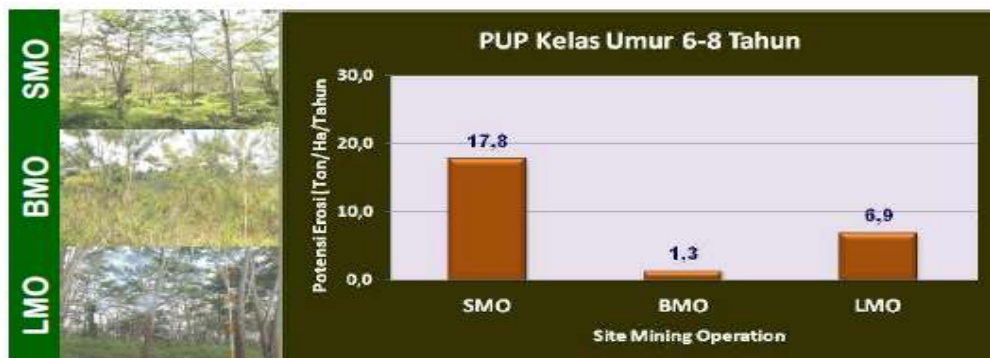
Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang 4 - 6T adalah 44,6 ton/ha/tahun (SMO), 29,9 ton/ha/ tahun (BMO), dan 357,7 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE masing-masing R, R dan T (**Gambar-04**), yang juga mengindikasikan adanya hal serupa. Feneomena tersebut dapat dimaknai bahwa upaya kegiatan pemeliharaan guna mengawal pertumbuhan tanaman agar bertahan - tumbuh - berkembang dan mampu berfungsi sebagaimana diharapkan. Pada saat tanaman mencapai umur tersebut telah pula dimulai upaya penanaman sisipan (*interline planting*) dengan jenis-jenis tanaman pokok.



Gambar-04. Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang 4 - 6 Tahun

Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang KU 6 - 8 Tahun

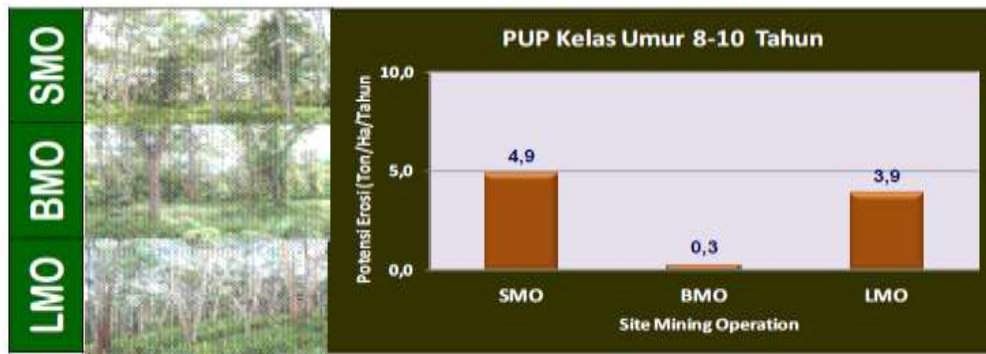
Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang 6 - 8 tahun masing-masing adalah 17,8 ton/ha/tahun (SMO), 1,3 ton/ha/tahun (BMO), 6,9 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE R, SR, dan SR seperti tertera pada **Gambar-05**. Pada tahap ini terjadi penurunan potensi yang relatif signifikan yaitu harkat KBE menurun menjadi SR, sehingga untuk kegiatan pemeliharaan lahan revegetasi pasca tambang secara intensif masih perlu dilakukan agar bertahan - tumbuh - berkembang dan mampu berfungsi sebagaimana diharapkan. Pada saat tanaman mencapai 4-6T, terindikasi bahwa harkat KBE mencapai kisaran R - SR. Fenomena ini sangat penting untuk diperhatikan karena merupakan pijakan penting dalam pengelolaan lahan revegetasi pasca tambang batubara.



Gambar-05. Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang 6 - 8 Tahun

Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang KU 8 - 10 Tahun

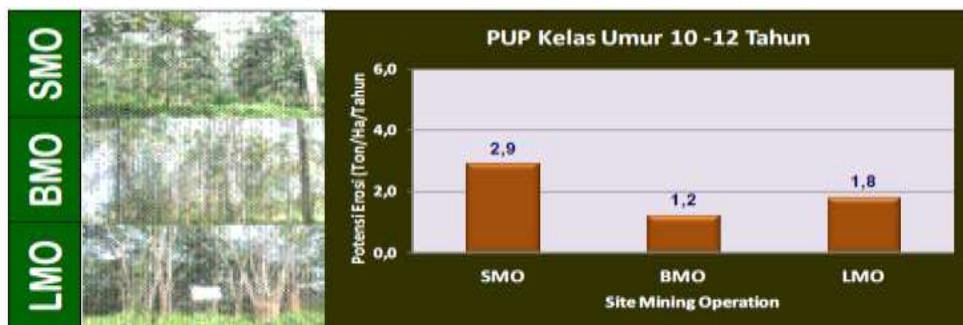
Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang umur 8-10T masing-masing sebesar 4,9 ton/ha/tahun (SMO), 0,3 ton/ha/tahun (BMO), dan 3,9 ton/ ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE semuanya adalah SR **Gambar-06**. Sebagaimana terindikasi oleh lahan revegetasi umur <2, 2-4, 4-6, serta 6-8 Tahun, yaitu bahwa telah terjadi penahanan tumbukan langsung langsung curah hujan dan peningkatan kemampuan infiltrasi air hujan ke dalam tanah. Pada tahap ini telah terjadi stabilisasi potensi erosi tanah secara signifikan yaitu pada harkat SR, yang ini menunjukkan bahwa pemeliharaan lahan revegetasi pasca tambang secara intensif masih perlu dilakukan agar dapat bertahan - tumbuh - berkembang dan pada mampu berfungsi sebagaimana diharapkan dari upaya rehabilitasi lahan pasca tambang.



Gambar-06. Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang 8 - 10 Tahun

Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang KU 10 - 12 Tahun

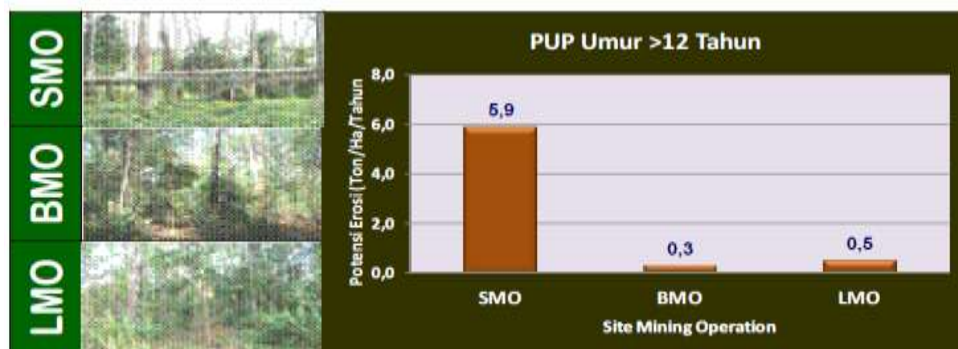
Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang untuk 10-12T masing-masing adalah sebesar 2,9 ton/ha/ tahun (SMO), 1,2 ton/ha/tahun (BMO), dan 1,8 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE semuanya adalah SR (**Gambar-07**). Pada tahap ini semakin memberikan keyakinan bahwa lahan revegetasi pasca tambang menuju pada keterpulihan yang diharapkan setidaknya secara edafologis.



Gambar-07. Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang 10 - 12 Tahun

Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang KU >12 Tahun

Potensi erosi pada lahan revegetasi pasca tambang >12T masing-masing adalah 5,9 ton/ha/tahun (SMO), 0,3 ton/ha/tahun (BMO), dan 0,5 ton/ha/ tahun (LMO) dengan KBE semuanya SR (**Gambar-08**). Apabila dilihat dari indikasi pada lahan revegetasi pasca tambang umur <2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, serta 10-12T, bahwa telah terjadi penahanan tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kemampuan infiltrasi air hujan ke dalam tanah.



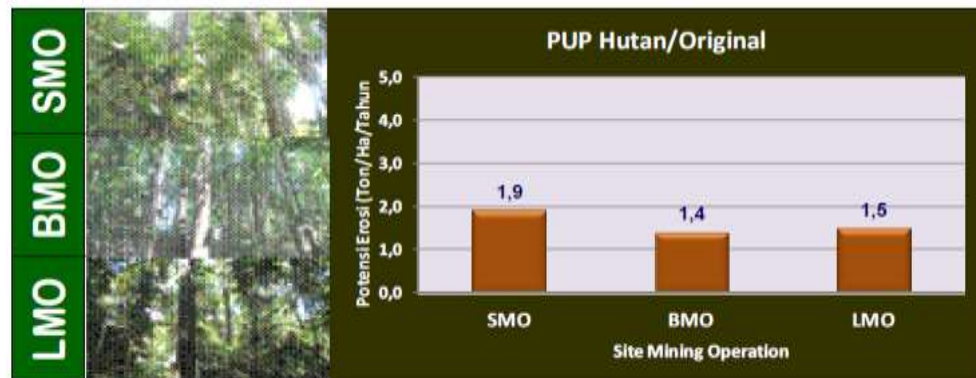
Gambar 08. Potensi Erosi pada Lahan Pasca Tambang > 12 Tahun

Pada tahap ini telah terjadi stabilisasi potensi erosi yang signifikan yaitu pada harkat SR. Hal ini menunjukkan bahwa pemeliharaan lahan revegetasi pasca tambang secara intensif masih perlu terus dilakukan agar dapat bertahan - tumbuh - berkembang dan mampu berfungsi sebagaimana diharapkan. Pemeliharaan lahan utamanya adalah agar tanaman revegetasi dapat bertahan - tumbuh - berkembang dan mampu berfungsi sebagai penutup dan pelindung lahan pasca tambang. Dengan perlindungan tajuk vegetasi

yang diikuti oleh sistem perakaran yang mampu mendukung tegaknya tanaman akan menciptakan suasana kondusif penahanan tumbukan langsung curah hujan sekaligus peresapan curah hujan yang mencapai permukaan tanah. Pada akhirnya akan terjadi reduksi potensi erositas hujan dan erodibilitas tanah yang pada gilirannya mereduksi potensi erosi tanah. Pertumbuhan dan berkembangnya tanaman revegetasi pasca tambang akan merupakan modal awal keterpulihan lahan.

Potensi Erosi pada Lahan Hutan/Original

Potensi erosi pada lahan hutan atau original masing-masing adalah 1,9 ton/ha/ tahun (SMO), 1,4 ton/ha/tahun (BMO), dan 1,5 ton/ha/tahun (LMO) dengan harkat KBE semuanya adalah SR (**Gambar-09**). Seperti halnya pada status kondisi lahan revegetasi pasca tambang umur 6-8, 8-10, 10 - 12, dan >12T, proses penahanan tumbukan langsung hujan dan pengendalian limpasan permukaan berlangsung baik.



Gambar-09. Potensi Erosi pada Lahan Hutan/Original

Secara keseluruhan, potensi erosi tanah di ketiga site (SMO, BMO, LMO) mengindikasikan adanya kecenderungan perkembangan Kelas Bahaya Erosi - KBE berupa penurunan potensi erosi tanah sejalan dengan tingkat perkembangan penutupan vegetasi seiring dengan umur lahan revegetasi. Pada lahan revegetasi pasca tambang KU <2T: T - ST, KU 2-4T: S - T, KU 4-6 T: R - T, KU 6-8T: R - SR, KU 8-10 T: SR, KU 10-12T, KU >12T, serta harkat untuk Hutan/Original adalah SR. Kisaran harkat KBE tersebut yang merupakan cerminan potensi erosi tanah lahan pasca tambang dapat dimanfaatkan untuk merancang intensitas pengelolaan lahan revegetasi pasca tambang.

Dinamika Potensi Erosi Tanah

Apabila ditelusuri ternyata bahwa penurunan tersebut utamanya ditentukan oleh faktor vegetasi yang merupakan faktor internal lahan pasca tambang yang dapat dikelola, dan erosivitas hujan yang merupakan faktor eksternal yang tidak dapat dikendalikan. Selanjutnya, guna membangun konstruksi umum dari dinamika potensi erosi tanah pada kisaran pokok lahan terbuka pasca reklamasi - lahan revegetasi - lahan original, hasil-hasil pengamatan dan pendugaan pada setiap PUP dirangkum dalam suatu bagan pemikiran seperti tertera pada Gambar-10.

Gambar skematik tersebut menunjukkan bahwa pada lahan terbuka di Tahun 2010, 2011, 2012, harkat KBE adalah ST. Seiring perkembangan vegetasi hingga umur 4 - 6T, harkatnya menurun menjadi SR - R - S. Ketika vegetasi mencapai umur 4 - 6 tahun, harkat KBE pada lahan revegetasi pasca tambang mencapai SR. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada umur tersebut lahan revegetasi pasca tambang mulai mengarah pada kondisi pemulihan seperti halnya pada lahan hutan/original yang tidak mengalami gangguan kegiatan penambangan. Sudah barang tentu prakiraan waktu tersebut adalah bersifat indikatif dan akan bervariasi tergantung kondisi lapangan - curah hujan, kelerengan, laju perkembangan penutupan lahan, intensitas pengelolaan tanaman, serta praktek-praktek tindakan konservasi tanah. Diantara faktor-faktor penentu keberhasilan revegetasi lahan pasca tambang sejalan dengan penurunan potensi erosi tersebut, yang paling memungkinkan untuk dikelola adalah pengaturan kelerengan dan penyiapan lahan pada tahap reklamasi lahan, serta intensitas pengelolaan tanaman; yang merupakan faktor-faktor internal.

Revegetasi lahan pasca tambang sejak awal hingga mencapai umur 4 - 6T dengan menggunakan tanaman penutup tanah dan jenis-jenis tanaman cepat tumbuh (fast growing species) diharapkan dapat mendukung tanaman jenis-jenis primer - khususnya marga dipeterokarpa yang ditanam secara sisipan (interline planting). Pada akhirnya, adalah diharapkan bahwa ketika tanaman cepat tumbuh telah mencapai daur biologisnya,

tanaman-tanaman jenis primer tersebut telah mampu bertahan - tumbuh - berkembang sebagai tanaman pokok pada lahan pasca tambang. Tahapan-tahapan tersebut harus dikawal agar upaya pemulihan lahan pasca tambang batubara dapat terwujud dan mengarah pada kondisi rona lingkungan hidup awal sebelum dilakukan kegiatan penambangan batubara.

Keterpulihan Lahan Pasca Tambang

Lahan adalah suatu perpaduan antara unsur-unsur bentang lahan, geologi, tanah, hidrologi, iklim, flora dan fauna, serta alokasi penggunaannya, sehingga keterpulihan lahan tidak hanya menyangkut keterpulihan tanah semata namun juga menyangkut komponen lainnya. Penilaian keterpulihan lahan harus mencakup aspek pedogenesis dan edafologi yang berfungsi sebagai media tumbuh tanaman dan produksi biomassa.

2010	Site			Terbuka	< 2 Tahun	2 - 4 Tahun	4 - 6 Tahun	> 6 Tahun	Hutan/ Original
	SMO			(T)	(R)	(S)	(SR)	(SR)	(SR)
	BMO			(T)	(R)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)
	LMO			(ST)	(T)	(T)	(SR)	(SR)	(SR)

2011	Site		Terbuka	< 2 Tahun	2 - 4 Tahun	4 - 6 Tahun	6 - 8 Tahun	8-10 Tahun	Hutan/ Original
	SMO		(ST)	(R)	(R)	(S)	(SR)	(SR)	(SR)
	BMO		(ST)	(R)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
	LMO		(ST)	(ST)	(S)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)

2012	Site	Terbuka	< 2 Tahun	2 - 4 Tahun	4 - 6 Tahun	6 - 8 Tahun	8-10 Tahun	> 10 Tahun	Hutan/ Original
	SMO	(ST)	(T)	(R)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
	BMO	(ST)	(S)	(R)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
	LMO	(ST)	(T)	(T)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)

2013	Site	< 2 Tahun	2 - 4 Tahun	4 - 6 Tahun	6 - 8 Tahun	8 - 10 Tahun	10-12 Tahun	>12 Tahun	Hutan/ Original
	SMO	(ST)	(T)	(R)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
	BMO	(S)	(S)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
	LMO	(ST)	(T)	(T)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)

Gambar-10. Indikasi Dinamika Potensi Erosi Tanah - Kelas Bahaya Erosi (KBE) Berdasarkan Perkembangan Kelas Penutupan Vegetasi



Arah Harapan Perkembangan

Site	Kelas Bahaya Erosi - KBE (2010-2013)								
	Terbuka	(< 2) Tahun	(2 - 4) Tahun	(4 - 6) Tahun	(6 - 8) Tahun	(8 - 10) Tahun	(10 - 12) Tahun	(> 12) Tahun	Hutan/ Original
SMO	(ST)	(T)	(R)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
BMO	(ST)	(S)	(R)	(R)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
LMO	(ST)	(T)	(T)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)

Keterangan:

S, B, L - MO: Sambarata, Binungan, Lati Mining Operation, SR = <15 Ton/ha/Tahun, R = 15-60 Ton/ha/Tahun, S = 60-180 Ton/ha/Tahun, T = 180-480 Ton/ha/Tahun, ST = >480 Ton/ha/Tahun

Gambar-11. Dinamika Potensi Erosi Berdasarkan Perkembangan Kelas Penutupan Vegetasi

Keberadaan lahan terdegradasi di lapangan dapat dikenali dari beberapa karakteristik fisiknya, diantaranya adalah tiadanya penutupan vegetasi dan telah terkikisnya sebagian besar lapisan tanah pucuk yang hilang akibat kejadian erosi. Sehingga, prinsip rehabilitasi adalah dengan menggunakan cara fisik-mekanik dan vegetatif maupun kombinasi keduanya guna mencapai keterpulihan lahan pasca tambang (Gambar-11). Seiring pertumbuhan vegetasi hingga umur 4-6T, harkat KBE menurun dari ST menjadi R - T dan pada umur >6T mencapai SR. Hal ini bermakna pengelolaan lahan pasca tambang dalam rangka upaya pemulihannya harus dilakukan secara intensif pada 5 (lima) tahun pertama. Langkah awal rehabilitasi lahan secara fisik-mekanik yang dikombinasikan dengan cara vegetatif adalah pengendalian limpasan permukaan. Dampak langsung kondisi tersebut adalah teredusirnya tenaga tumbukan hujan, terlindunginya permukaan tanah dari tumbukan langsung curah hujan, menurunnya limpasan permukaan karena meningkatnya kesempatan untuk berinfiltrasi, sehingga kecepatan limpasan permukaan tidak bersifat merusak. Perkembangan tanaman menginisiasi siklus hara yang berawal dari pasokan bahan organik yang berasal dari tanaman-tanaman yang ditanam dan akan memulihkan kondisi lahan kritis dengan terbentuknya lapisan tanah pucuk.

Prinsip-prinsip rehabilitasi lahan tersebut adalah tahapan-tahapan yang harus dilalui dalam upaya rehabilitasi lahan terdegradasi dan setiap tahap akan menjadi tumpuan bagi proses atau tahapan berikutnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kepekaan tanah terhadap erosi adalah ST pada LO dan menurun seiring perkembangan penutupan vegetasi (+ *tumbuhan bawah*) yaitu T pada <2T dan 2-4T, AT pada 4-6T, S pada 6-8T, R-S pada 8-10T, 10-12T, >12 T, serta SR pada LO;
2. Potensi erosi pada <2, 2-4 dan 4-6T adalah SR - S mengindikasikan telah adanya penahanan tajuk tanaman revegetasi terhadap tumbukan langsung curah hujan dan peningkatan kapasitas infiltrasi tanah. Selanjutnya, pada 6-8, 8-10, 10-12, >12T, serta LO adalah SR, yang mengindikasikan proses penahanan tumbukan langsung curah hujan dan pengendalian limpasan permukaan telah berlangsung lebih baik;
3. Pada lahan-lahan pasca tambang yang masih terbuka, harkat KBE adalah ST, KU <2T S, KU 2-4T R - T, KU 4-6T SR - R, KU 6-8, 8-10, 10-12, >12T serta LO SR. Pencapaian harkat KBE pada kisaran SR - R - S setidaknya memerlukan waktu 5 - 6 tahun, dan faktor penentu yang paling memungkinkan dikelola adalah pengaturan kelerengan dan penyiapan lahan, serta intensitas pengelolaan tanaman;
4. Fenomena dinamika erosi tanah dapat sangat tergantung kepada faktor-faktor penentu kejadian erosi tanah yaitu erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang-kemiringan lereng, penutupan vegetasi, serta tindakan atau praktek-praktek konservasi tanah dan air. Perkembangan vegetasi adalah faktor yang sangat signifikan dalam kaitan dengan dinamika erosi tanah di lahan revegetasi pasca tambang.

Saran

1. Upaya mereduksi erodibilitas tanah adalah pengelolaan lahan-lahan revegetasi pasca tambang secara intensif guna mengawal pertumbuhan tanaman dan akan lebih efektif apabila seiring dengan pengaturan kelerengan dan penyiapan lahan pada tahap reklamasi lahan, serta intensitas pengelolaan tanaman;
2. Upaya menekan laju erosi adalah dengan menahan tumbukan curah hujan dan mengendalikan limpasan permukaan, sehingga alternatif tindakan praktis secara vegetatif adalah penanaman, sedangkan secara fisik-mekanik adalah pengaturan drainase limpasan permukaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh kerjasama Fakultas Kehutanan Unmul dengan PT Berau Coal, dan sebagian pendanaan kegiatan penelitian ini khususnya untuk analisis data pada tahun terakhir juga didukung oleh kerjasama antara Fakultas Kehutanan Unmul dengan USAID dan University of Texas at El-Paso (UTEP).

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor
- PT Berau Coal, 2009. Rencana Penutupan Tambang tahun 2025 PT Berau Coal.
- Rahmawaty, 2002. Restorasi Lahan Bekas Tambang berdasarkan Kaidah Ekologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Hartati, W., Sudarmadji, T., Syafrudin, M., 2010. Pemantauan Dinamika Mikroklimat dan Tingkat Kesuburan Tanah serta Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang PT Berau Coal.
- Hartati, W., Sudarmadji, T., Syafrudin, M., 2011. Pemantauan Dinamika Mikroklimat dan Tingkat Kesuburan Tanah serta Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang PT Berau Coal.
- Hartati, W., Sudarmadji, T., Syafrudin, M., 2012. Pemantauan Dinamika Mikroklimat dan Tingkat Kesuburan Tanah serta Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang PT Berau Coal.
- Hartati, W., Sudarmadji, T., Syafrudin, M., 2013. Pemantauan Dinamika Mikroklimat dan Tingkat Kesuburan Tanah serta Potensi Erosi pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang PT Berau Coal.

POSTER

ANDALAS (*Morus macroura* Miq) ; PROFIL DAN PROSPEK SEBAGAI TUMBUHAN OBAT DAN KOSMETIKA ASAL HUTAN*)

Gusmailina

Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (PUSTEKOLAH),
Badan Litbang Kehutanan, Jalan Gunung Batu No. 5. Telp/Fax (0251) 8633378; 8633413. Bogor.
Email : gsmlina@gmail.com

ABSTRAK

Tumbuhan Andalus (*Morus macroura* Miq) merupakan maskot tumbuhan dari Sumatera Barat. Tumbuh endemik di pulau Sumatera, namun saat ini sulit ditemukan karena kelangkaannya. Di Indonesia, hanya terdapat dua spesies *Morus*, yaitu *M. alba* dan *M. macroura*, termasuk kedalam familia *Moraceae*, dan hanya ditemukan di Sumatera dan Jawa Barat. Pohon Andalus tergolong jenis kayu yang besar, berkualitas tinggi dan pohonnya bisa mencapai tinggi 40 m dengan garis tengah 1 m. Kualitas kayu sangat baik untuk bahan perabotan rumah tangga maupun dipakai dalam pembuatan rumah, baik sebagai tiang utama, balok untuk landasan lantai rumah, papan lantai dan dinding rumah. Andalus memiliki kayu berwarna kekuningan bila masih basah dan kecoklatan kalau sudah kering serta serat kayunya halus. Kayu yang sudah tua hampir tidak dapat dibedakan dengan kayu jati.

Selain memiliki kayu yang bagus dan kuat, Andalus juga memiliki khasiat sebagai obat, mulai dari daun, akar dan batangnya. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan Andalus berpotensi sebagai penghasil antioksidan baru. Dua senyawa turunan stilben, yakni *lunularin* dan *oksiresveratrol*. Senyawa *lunularin* ditemukan dari kayu akar dan menunjukkan toksisitas yang cukup tinggi terhadap udang *A. salina* dengan LC50 58,5 µg/mL, sedangkan senyawa *oksiresveratrol* ditemukan pada kayu batang tetapi tidak toksik dengan LC50 > 500 µg/mL. Mengandung tiga senyawa turunan stilben, yaitu *lunularin*, *oksiresveratrol*, dan *andalasin A*, bersama-sama dengan satu turunan 2-arilbenzofuran, *morasin M*, satu turunan kumarin, *umbeliferon*, dan β -resolsilaldehid. Senyawa tersebut ditemukan pada kayu batang dan kayu akar. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil tersebut merupakan rujukan yang berguna untuk menemukan senyawa antioksidan dan inhibitor tirosinase baru yang potensial sebagai bahan kosmetika untuk perlindungan dan pemutihan kulit atau *anti browning*

Kata kunci : Andalus (*Morus macroura*), langka, potensi, bahan aktif, tumbuhan obat dan kosmetika

PENDAHULUAN

Tumbuhan Andalus (*Morus macroura* Miq) merupakan maskot tumbuhan dari Sumatera Barat. Tumbuh endemik di pulau Sumatera, namun saat ini sulit ditemukan karena kelangkaannya, sehingga banyak masyarakat Sumatera yang tidak mengenal tumbuhan Andalus. Untuk menemukan jenis ini di hutan butuh perjalanan sehari-hari, menunjukkan bahwa jenis ini memang sudah tergolong dalam pohon/tumbuhan langka. Mengingat manfaatnya yang cukup besar dalam tradisi adat Minang, maka kayu jenis ini banyak dicari sehingga harganya cukup mahal. Di Indonesia, hanya terdapat dua spesies *Morus*, yaitu *M. alba* dan *M. macroura*, termasuk kedalam familia *Moraceae*. *Morus alba* merupakan jenis murbey yang daunnya merupakan pakan ulat sutera. Buah pohon ini dapat dimakan. Di Indonesia jenis ini hanya ditemukan di Sumatera dan Jawa Barat. Di Jawa Barat, sudah sulit ditemukan jenis ini meskipun di hutan-hutan, sedangkan di Sumatera masih dapat ditemukan di daerah Padang bagian Selatan.. Karena itulah pemilihan jenis ini menjadi maskot tumbuhan Propinsi Sumatera Barat cukup tepat. Dengan demikian tradisi adat Minang dapat terus dilaksanakan dengan merangsang masyarakat memperbanyak, memelihara, membudidayakan dan memanfaatkannya secara lestari. Dapat dikatakan populasi andalus di alam sudah sangat terbatas dan hanya dapat ditemukan di beberapa lokasi di Sumatera Barat (bpdas-agamkuantan, 2008). Pohon andalus tersebar di Negara-negara Malaysia, Indonesia, Filipina dan Papua New Guine. Di Indonesia, andalus walaupun sudah langka tapi masih dapat di temukan di daerah daratan kepulauan

Sumatera yaitu di Provinsi Sumatera Barat terutama di daerah lembah Anai dan Lembah Gunung Merapi (Nagari Paninjauan, Andaleh, Balai Satu) Kabupaten Tanah Datar. Disamping itu juga Andalas dapat ditemukan di kaki Gunung talang, sekitar daerah Maninjau, Sungai Puar, Batang Barus dan di Gunung Sago.

Dalam situs milik Balai Pengelolaan DAS Agam Kuantan (bpdas-agamkuantan, 2008). Dikemukakan bahwa berdasarkan sejarah, Pulau Sumatera dulunya dikenal sebagai Pulau Andalas. Sementara itu, di Propinsi Sumatera Barat sendiri yang dulunya merupakan pusat kerajaan Pagaruyung yang memiliki tiga luhaknya, yaitu luhak Tanah Datar, Agam, dan Lima Puluh Kota pada luhak ini ditemukan nagari (Daerah) yang bernama *Andaleh*. Di Kabupaten Tanah Datar ada nagari *Andaleh* dan *Andaleh Baruah Bukik*, di Agam ada *Nagari Andaleh* di Lawang dan di Lima Puluh Kota ada *Andaleh Baruah Gunuang*. Sementara di kota Padang juga ada daerah bernama *Andaleh*. Semuanya ini menyiratkan bahwa kata Andaleh yang di Indonesiakan menjadi Andalas tersebut cukup populer dan diduga diambil dari nama tanaman Andalas, walaupun tidak ada data tertulis yang cukup akurat.

Pohon Andalas tergolong jenis kayu yang besar, berkualitas tinggi dan pohonnya bisa mencapai tinggi 40 m dengan garis tengah 1 m. Batang bebas cabangnya bisa mencapai lebih dari 15 m sehingga untuk bahan balok cukup baik, kualitas kayu sangat baik untuk bahan perabotan (Heyne, 1997). Masyarakat Minang umumnya mengenal kayu Andalas sebagai kayu yang bagus. Dalam pembangunan rumah adat di Minangkabau kayu Andalas sudah menjadi tradisi sejak lama dipakai dalam pembuatan rumah, baik sebagai tiang utama, balok untuk landasan lantai rumah, papan lantai dan dinding rumah. Sering pula kayunya dipakai sebagai bahan perabot rumah tangga. Status tumbuhan Andalas menurut kategori yang ditetapkan oleh Survival service Commision for Plants and Animals The World Conservation Union tergolong kedalam "vulnerable status" yaitu kategori untuk taksa yang sedang menuju status terancam (endangered). Semenjak tahun 1990 tumbuhan Andalas sesuai dengan keputusan Mendagri No. 48/1989 ditetapkan sebagai Flora Identitas Sumatera Barat dengan SK Gubernur KDH TK I Sumatera Barat No.522.51-414-1990 tanggal 14 Agustus 1990. jenis ini memiliki daerah penyebaran dan habitat yang agak lebih khusus, hal ini menyebabkan keberadaannya di alam semakin sedikit. Selain itu jarak jantan dan betina yang jauh juga mnjadi faktor yang menyebabkan sulitnya terjadi penyerbukan.

PROFIL TUMBUHAN ANDALAS

Selain dikenal dengan nama Andaleh di daerah Minang (Sumbar), pohon ini juga dikenal dengan nama karatau atau sama dengan kertau di Jawa, di daerah *Batak* disebut Hole tanduk, di Inggris dikenal dengan nama Himalayan Mulberry. Pohon ini tumbuh didataran tinggi pada ketinggian 900 - 1600 meter dari muka laut di hutan campuran yang cukup curah hujannya. Menyukai tanah yang subur, abu vulkanis, cukup humus dan gembur. Jenis ini tergolong cukup rajin menghasilkan bunga dan buah. Dari akhir buah yang masak sampai muncul perbungaannya membutuhkan waktu sekitar 6 bulan.

Pohon Andalas secara individu dalam satu tahun dapat berbuah 2 kali. Namun buah yang terbanyak biasanya didapatkan pada bulan Juli hingga Desember. Bentuk daun mirip daun murbai yang memang kerabat dekatnya, seperti jantung namun permukaan daunnya sedikit kasar karena berbulu. Tangkai daun maupun cabangnya juga berbulu, bulu tersebut bisa menyebabkan gatal pada kulit yang peka. Buahnya menggerombol berwarna merah bila masak, berair dan terasa asam-manis mirip buah murbai.



Gambar 1. Buah Andaleh (*Morus macroura*) sumber : Prosea (2013)

Pohon andalas berdaun tunggal, letak berseling, Helai daun bulat telur sampai berbentuk jantung, ujung meruncing, pangkal tumpul, tepi bergerigi, pertulangan menyirip agak menonjol, permukaan atas dan bawah kasar dan berwarna hijau. Pada pangkal daun terdapat daun penumpu atau stipula. Kayu Andalas berwarna kekuningan jika masih dalam keadaan basah dan kecoklatan kalau sudah kering dan memiliki serat kayu yang halus, kayu andalas akan mengeluarkan getah berwarna putih agak keabu-abuan mirip dengan getah yang terdapat pada nangka dan beringin. Pohon andalas bisa mencapai tinggi 30 – 50 meter dengan diameter batang mencapai 2 meter lebih. Klasifikasi tumbuhan Andalas adalah:

Klasifikasi
 Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
 Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
 Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
 Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
 Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
 Sub Kelas : Dilleniidae
 Ordo : Urticales
 Famili : Moraceae (suku nangka-nangkaan)
 Genus : Morus
 Spesies : *Morus macroura* Miq.

Tumbuhan Andalas termasuk dioceous atau tumbuhan berumah dua dimana terdapat tumbuhan andalas jantan yang mengasilkan bunga jantan saja, dan tumbuhan Andalas betina yang mengasilkan bunga betina saja. Hal ini juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan tumbuhan andalas terancam punah. Biji-biji yang dihasilkan seringkali mandul karena jarang terjadinya penyerbukan dan waktu matang sebuk sari juga berbeda dengan matangnya putik yang siap dibuahi. Selain itu dari penelitian yang dilakukan oleh beberapa ahli diketahui juga bahwa langkanya tanaman ini juga dikarenakan punahnya serangga yang biasa membantu dalam penyerbukan. Buah Andalas mirip dengan buah murbai. Buahnya berbentuk majemuk, menggerombol berwarna hijau jika masih muda dan menjadi ungu kemerahan bila telah masak. Buahnya berair dan dapat dimakan dengan rasa asam-asam manis. Perbanyak pohon ini bisa dengan cara stek.

Perbanyakan secara kultur jaringan telah dicoba dilakukan namun hasil yang diperoleh kurang memuaskan karena setelah ditanam, tanaman tidak mampu tumbuh dengan baik, bahkan banyak diantaranya yang mati. Sehingga perbanyakan melalui biji tetap harus diteruskan, dan hal ini telah dimulai oleh Dinas Pertanian Kota Padang. Saat ini tumbuhan andalas sudah sangat jarang sekali ditemukan. Meskipun ada beberapa tumbuhan yang mampu beradaptasi yang tumbuh di Taman Hutan Raya Bung Hatta, yang terletak diantara jalan Padang-Solok, di samping kantor Dinas Pertanian Kota Padang di jalan Khatib Sulaiman, serta beberapa pohon telah ditanam juga di kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang.



Gambar 2. Pohon andalas yang ditanam di samping rektorat Universitas Andalas

PROSPEK TUMBUHAN ANDALAS

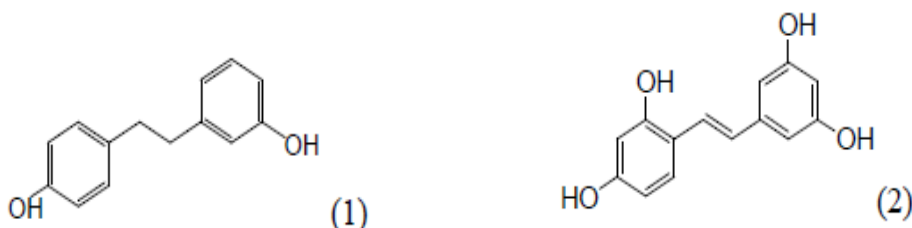
1. Kayu

Andalas memiliki kayu berwarna kekuningan bila masih basah dan kecoklatan kalau sudah kering serta serat kayunya halus. Kayu yang sudah tua hampir tidak dapat dibedakan dengan kayu jati. Apabila dipotong, kayu andalas akan mengeluarkan getah berwarna putih agak keabu-abuan. Pohon andalas bisa mencapai tinggi 30 sampai 50 m dengan diameter batang setinggi dada bisa mencapai 2 meter. Kayunya berat, kuat dan keras tetapi mudah dikerjakan. Dan banyak dimanfaatkan untuk tiang balok, papan lantai, mimbar masjid, etalase (Djam'an dan Muharam, 2010) Beberapa laporan menyebutkan bahwa kayunya banyak dipergunakan sebagai bahan perabot, salah satu perabot yang menggunakan kayu ini adalah etalase toko emas, lemari rumah tangga dan juga kincir air yang digunakan sebagai alat pemutar roda pada tempat menumbuk padi di desa-desa.

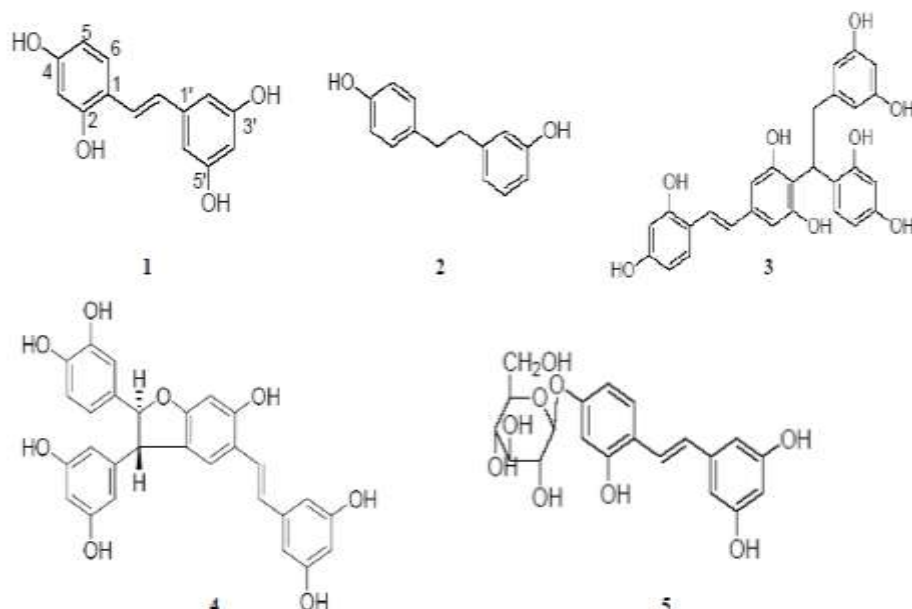
2. Potensi Bahan Aktif

Tumbuhan andalas selain memiliki kayu yang termasuk bagus dan kuat, juga memiliki khasiat sebagai obat, mulai dari daun, akar dan batangnya. Beberapa jenis *Morus*, seperti *M. alba*, *M. bombycis*, *M. lhou*, dan *M. multicaulis*, telah lama digunakan sebagai obat tradisional Cina, misalnya untuk obat batuk, asma, hipertensi, influenza dan rematik. Daun dan buah *Morus macroura* mengandung alkaloida, saponin dan polifenol. Beberapa jenis senyawa fenol telah ditemukan pada tumbuhan andalas (*M. macroura*) antara lain : *morasin B*, *morasin P*, *mulberosida C*, dan *mulberofuran* (Feng WU, SUN Sheng-guo, CHEN Ruo-yun, 2003). Selain itu hasil penelitian Shen Jun Dai dan De Quan Yu (2005), menemukan sejenis antioksidan baru pada tumbuhan andalas ini yang diberi nama *Guangsangon O*.

Hasil penelitian Soekamto *et al* (2005) menemukan dua senyawa turunan stilben, yakni *lunularin* dan *oksiresveratrol*. Senyawa *lunularin* ditemukan dari kayu akar dan menunjukkan toksisitas yang cukup tinggi terhadap udang *A. salina* dengan LC50 58,5 µg/mL, sedangkan senyawa *oksiresveratrol* ditemukan pada kayu batang tetapi tidak toksik dengan LC50 > 500 µg/mL. Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa tumbuhan Andalas (*M. Macroura*) mengandung tiga senyawa turunan stilben, yaitu *lunularin* (1), *oksiresveratrol* (2), dan *andalasin A* (3), bersama-sama dengan satu turunan 2-arilbenzofuran, *morasin M* (4), satu turunan kumarin, *umbeliferon* (5), dan β -resolsilaldehid (6). Senyawa (1), (2), (4), (5), dan (6), ditemukan dari kayu batang, sedangkan senyawa (3) ditemukan dari kayu akar. Hasil penelitian Syah, Y. M *dkk* (2000), berhasil mengisolasi stilbene dimmer baru, *andalasin A*, bersamaan dengan stilbene *oxyresveratrol* dan 2-arylbenzofuran glycoside *mulberrosida C*, dari kayu *Morus macroura*.



Gambar 3 Struktur molekul senyawa *lunularin* (1) dan *oksiresveratrol* (2) dari akar dan batang *Morus macroura* (Sumber Soekamto *et. al.*, 2005)



Gambar 4. Beberapa senyawa stilben utama dari *M. macroura* dan hasil biotransformasi senyawa oksiresveratrol (Sumber : Hakim, dkk., 2008)

Hakim dkk (2008) mengemukakan bahwa beberapa senyawa turunan stilben, seperti resveratrol dan glikosida resveratrol memperlihatkan aktivitas antioksidan (Jang, 1997; Teguo, 1998; Wright, 2001). Antioksidan turunan fenol, termasuk stilben, merupakan kelompok antioksidan yang penting guna menghambat terjadinya oksidasi terhadap jaringan-jaringan tubuh (substrat) yang penting. Fungsi antioksidan adalah mencegah dan bereaksi dengan radikal bebas dengan kecepatan yang lebih besar dibandingkan reaksi antara radikal bebas dengan substrat. Oleh karena radikal bebas dapat menyerang berbagai target, termasuk lipida, lemak, dan protein, maka radikal bebas dapat menyebabkan berbagai penyakit degeneratif. Kecuali sebagai antioksidan, senyawa-senyawa turunan stilben juga memperlihatkan aktivitas sebagai inhibitor tirosinase. (Likhitwitayawuid, 2001; Ohguchi, 2003). Perlu pula dicatat bahwa pigmen melanin, yang diproduksi melalui proses fisiologis yang disebut melanogenesis, memegang peranan yang sangat penting dalam melindungi kulit terhadap fotokarsinogenesis. Tirosinase atau fenol oksidase adalah enzim utama yang terlibat dalam biosintesis melanin. Inhibisi terhadap enzim tirosinase untuk mengatur metabolisme pigmentasi telah menarik banyak perhatian. Oleh karena itu, beberapa senyawa turunan stilben yang berasal dari tumbuh-tumbuhan telah diselidiki sebagai inhibitor tirosinase untuk menghindari produksi melanin secara berlebihan pada lapisan epidermal, sehingga dapat digunakan sebagai bahan kosmetik, atau sebagai bahan pemutih kulit. Ekstrak *Morus alba* memperlihatkan aktivitas yang sangat tinggi sebagai inhibitor tirosinase, dengan prosentase inhibisi 97%, dan oleh karena itu digunakan sebagai kontrol positif dalam skrining tumbuh-tumbuhan untuk antitirosinase (Baurin, 2002; Lee, 1997). Diduga, aktivitas antitirosinase yang tinggi dari ekstrak *M. alba* disebabkan oleh adanya senyawa turunan stilben, yaitu oksiresveratrol bersama-sama dengan senyawa aktif lainnya (Shin, 1998). Aktivitas biologi tersebut di atas erat kaitannya dengan bahan kosmetika dan kecantikan.

Selanjutnya hasil penelitian Hakim dkk. (2008), menyimpulkan bahwa senyawa-senyawa oksiresveratrol, andalasin A, dan andalasin B yang diisolasi sebagai komponen utama tumbuhan Andelas (*M. Macroura*), dan senyawa resveratrol yang banyak ditemukan pada spesies Dipterocarpaceae, merupakan senyawa-senyawa yang sangat potensial sebagai bahan antioksidan atau inhibitor tirosinase. Hasil tersebut merupakan rujukan yang berguna untuk menemukan senyawa antioksidan dan inhibitor tirosinase baru yang potensial sebagai bahan kosmetika untuk perlindungan dan pemutihan kulit atau *anti browning*.

Di Indonesia, masyarakat banyak memanfaatkan daun Andelas karena dianggap berkhasiat sebagai obat kudis. Untuk obat kudis dipakai + 50 gram daun segar *Morus macroura*, dicuci kemudian direbus dengan 3 gelas air sampai airnya tinggal setengah, dinginkan lalu disaring. Hasil saringan diminum tiga kali sehari pagi, siang dan sore sama banyak.

KESIMPULAN

Pohon Andalas tergolong jenis kayu yang besar, umumnya dikenal oleh masyarakat Minang sebagai kayu yang bagus. Pemanfaatan kayu Andalas dalam pembangunan rumah adat di Daerah Minangkabau memang sudah menjadi tradisi sejak lama. Kayu tersebut dipakai dalam pembuatan rumah, baik sebagai tiang-tiang utama, balok-balok untuk landasan lantai rumah, papan lantai dan dinding rumah. Sering pula kayunya dipakai sebagai bahan perabot rumah tangga. Buah pohon ini dapat dimakan. Di Indonesia jenis ini sudah sulit ditemukan hanya terdapat di Sumatera dan Jawa Barat.

Selain kayunya yang bagus dan berkualitas, pohon Andalas juga mempunyai potensi yang sangat bermanfaat sebagai obat maupun kosmetika yang terdapat pada kayu batang dan kayu akar. Hasil penelitian Hakim dkk. (2008), menyimpulkan bahwa senyawa-senyawa oksiresveratrol, andalasin A, dan andalasin B yang diisolasi sebagai komponen utama tumbuhan Andalas (*M. Macroura*), dan senyawa resveratrol yang banyak ditemukan pada spesies Dipterocarpaceae, merupakan senyawa-senyawa yang sangat potensial sebagai bahan antioksidan atau inhibitor tirosinase. Hasil tersebut merupakan rujukan yang berguna untuk menemukan senyawa antioksidan dan inhibitor tirosinase baru yang potensial sebagai bahan kosmetika untuk perlindungan dan pemutihan kulit atau *anti browning*.

Mengingat manfaatnya yang cukup besar baik dalam mempertahankan dan melestarikan tradisi adat Minang, maka kayu jenis ini banyak dicari sehingga harganya cukup mahal. Karenanya pemilihan jenis Andalas menjadi maskot tumbuhan Propinsi Sumatera Barat cukup tepat. Sehingga tradisi adat Minang dapat terus dilaksanakan dengan merangsang masyarakat memperbanyak, memelihara, membudidayakan dan memanfaatkannya secara lestari, ditambah kandungan bahan aktif pada tumbuhan Andalas ini banyak berguna bagi kesehatan dan kecantikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S.A., N. Aimi, E.L.Ghisalberti, E.H. Hakim, Jasmansyah, L.D.Juliawaty, L.Makmur, Y.Manjang, U.Supratman, Suyatno, R.Tamin, & A.Yelminda. 2001. Some New Compounds from Indonesian Moraceae. Proceedings, International Seminar on Tropical Rainforest Plants, Padang.
- Baurin, N., T. Arnoult, Q. T. Scior, Q. T. Do and P. Bernard, 2002, Preliminary screening of some tropical plants for anti-tyrosinase activity, *J. Ethnopharmacology*, 82, 155-158.
- Djam'an, D.F. & A. Muharam. 2010. Mengenal Pohon Andalas (*Morus Macroura* Miq) Yang Mulai Sulit Ditemukan. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian, 20 Oktober 2010. Bandung,
- Feng WU, SUN Sheng-guo, CHEN Ruo-yun. 2003. Studies on Chemical Constituents from the Bark of *Morus macroura*. Institute of Materia Medica, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100050, China.
- Feng WU, SUN Sheng-guo, CHEN Ruo-yun, 2005. A new Anti-Oxidant Diels Alder type Adduct from *Morus macroura*. School of Pharmaceutical Science. Yantai University. Yantai. P.R. China.
- Hakim, E.H., S.A. Achmad, L.Makmur, Y.Manjang, L.D. Juliawati, S. Kusuma, U. Supratman, & R. Tamin. 1995. Sejumlah Senyawa Fenolik dari Tumbuhan *Morus Macroura* Miq. (Moraceae)", *Prosiding Seminar Kimia Bersama ITB-UKM Kedua*, Bandung, 2, 21,
- Hakim, E.H. Y. M. Syah, L. D. Juliawati, dan D. Mujahidin. 2008. Aktivitas Antioksidan dan Inhibitor Tirosinase Beberapa Stilbenoid dari Tumbuhan Moraceae dan Dipterocarpaceae yang Potensial untuk Bahan Kosmetik. *Jurnal Matematika Dan Sains*, Vol. 13 No. 2. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Hakim, E.H., Y. M. Syah, L. D. Juliawati, dan D. Mujahidin. 2003. Beberapa Senyawa Fenol dari Tumbuhan *Morus macroura* Miq. *Jurnal Matematika dan Sains* Vol. 8 No. 1, Maret 2003, hal 35 – 40
- <http://www.bpdas-agamkuantan.net> - Gerhan Agam Kuantan. Powered by Mambo Generated: 31 October, 2008, 15:10.
- Heyne, K, "Tumbuhan Berguna Indonesia II", Badan Litbang Kehutanan, Jakarta, 659, (1987).
- Jang, M., L. Cai, G. O. Udeani, K. V. Slowing, C. F. Thomas, C. W. W. Beecher, H. H. S. Fong, N. R. Farnsworth, A. D. Kinghorn, R. G. Mehta, R. C. Moon and J. M. Pezzuto, 1997, Cancer Chemopreventive Activity of Resveratrol, a Natural Product Derived from Grapes, *Science*, 275, 218-220.

- Kimura, T., "International collation of traditional and folk medicine", Vol. 1, Part. 1, World Scientific, Singapore, 12, (1996).
- Lee, K. T., B. J. Kim, J. H. Kim, M. Y. Heo and H. P. Kim, 1997, Biological Screening of 100 Plant Extracts for Cosmetics use (I): Inhibitory Activities of Tyrosinase and DOPA Auto-oxidation, *Int. J. Cosmetic Sci.*, 19,291-298.
- Likhitwitayawuid, K. and B. Sritularak, 2001, A New Dimeric Stilbene with Tyrosinase Inhibitory. Activity from *Artocarpus gomezianus*, *J. Nat. Prod.*, 2-6.
- Ohguchi, K., T. Tanaka, T. Ito, M. Iinuma, K. Matsumoto, Y. Akao and Y. Nozawa, 2003, Inhibitory Effects of Resveratrol Derivatives from Dipterocarpaceae Plants on Tyrosinase Activity, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 67:7,1587-1589.
- Prosea. Yayasan Kehati. Diakses desember 2013.
[Http://www.proseanet.org/prohati4/browser.php?docsid=110](http://www.proseanet.org/prohati4/browser.php?docsid=110)
- Shin, N. N., S. Y. Ryu, E. J. Choi, S. H. Kang, I. M. Chang, K. R. Min and Y. Kim, 1998, Oxyresveratrol as the Potent Inhibitor on DOPA Oxydase Activity of Mushroom Tyrosinase, *Biochem. Biophysic. Comm.*, 243,801-803.
- Soekamto, N. H., S.A. Achmad, E.L. Ghisalberty, N. Aimi, E.H. Hakim dan Y.M. Syah. 2005. *Indo.Journal Chem.* 5 (3), 207-210. Departemen Kimia, Institut Teknologi Bandung, Indonesia
- Syah, Y.M., Achmad, S.A., Ghisalberty, E.L., Hakim, E.H. Iman, M.Z.N. Makmur, L., & Mujahidin, D. "Andalasin A, a new stilbene dimer from *Morus macroura*", *Fitoterapia*, 71, 630, (2000).
- Venkataraman, K., "Wood Phenolics in the Chemotaxonomy of the Moraceae", *Phytochemistry*, 11, 1571, (1972).
- Wright, J. S., E. R. Johnson and G. A. DiLabio, 2001, Predicting the Activity of Phenolic Antioxidants: Theoretical Method, Analysis of Substituent Effects, and Application to Major Families of Antioxidants, *J. Am. Chem. Soc.*, 123, 1173-1183.

KUALITAS DAN PEMANFAATAN ARANG EMPAT JENIS BAMBU

Sri Komarayati dan Djeni Hendra

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor Telp. 0251- 8633378 ; Fax. 0251 - 8633413
e-mail: srikomp3hh@yahoo.com; djenihendra@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian pembuatan arang bambu telah dilakukan dengan menggunakan tungku drum modifikasi. Bambu yang digunakan merupakan limbah yang terdiri dari bambu jenis mayan, betung, ater dan ampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen arang berkisar 23,13–26,34%; kadar air 3,57–4,64%; kadar abu 4,91–9,20%; kadar zat mudah menguap 15,85–21,09%; karbon terikat 68,71–79,02% dan nilai kalor 6.281–6.685 kal/g. Daya serap terhadap benzen 7,91–9,92%, terhadap iod 80,86–220,93 mg/g dan terhadap kloroform 5,63–14,07%. Beberapa manfaat arang bambu antara lain sebagai penjernih air, penjernih minyak goreng, penyerap bau rokok dalam ruangan, penyerap bau dalam lemari pakaian, menekan radiasi dari komputer, televisi, menghilangkan bau dalam lemari es, sabun antiseptik, kacang arang bambu dan sebagai bahan bakar. Prospek industri arang bambu ke depan akan lebih cerah karena multi manfaat dan pembuatannya mudah.

Kata kunci : bambu, arang, tungku, kualitas, pemanfaatan.

PENDAHULUAN

Arang merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung karbon yang berbentuk padat dan berpori. Sebagian pori masih tertutup oleh hidrokarbon, ter dan senyawa organik lain yang komponennya terdiri dari abu, air, nitrogen dan sulfur. Arang dapat dibuat dari bermacam-macam bahan/ limbah yang mengandung lignoselulosa, seperti bambu.

Tanaman bambu adalah tanaman yang banyak dijumpai tumbuh hampir di seluruh Indonesia. Potensi bambu di Indonesia sangat luar biasa dan diperkirakan terdapat 5 juta hektar hutan bambu dengan 160 jenis bambu atau sekitar 12,5% dari seluruh jenis bambu yang ada di dunia. Di Jawa Barat yang banyak mempunyai hutan bambu adalah di Tasikmalaya seluas 4.950 ha, Purwakarta 2.950 ha dan Sukabumi 3.400 ha. Hutan bambu sangat berperan dalam menjaga kelestarian alam, diantaranya untuk menahan erosi, menjaga ketersediaan air tanah dan lain-lain. Berbagai jenis bambu tumbuh dan tersebar luas hampir di seluruh tanah air. Jenis-jenis bambu asli Indonesia umumnya tumbuh liar dan tersebar luas secara alami (Soetrisno, 2013).

Beberapa jenis bambu yang umum ditanam dan digunakan antara lain: bambu betung, bambu ater, bambu hitam, bambu gombang, bambu ampel, bambu mayan, bambu tali dan bambu apus. Pemanfaatan bambu di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa 80% untuk bangunan dan sisanya 20% untuk pembuatan alat dapur, alat musik dan barang kerajinan/anyaman. Namun akhir-akhir ini bambu pemanfaatannya lebih bervariasi lagi yaitu sebagai bahan baku pembuatan arang, arang aktif, sumber energi terbarukan, panel, lantai dan furniture (Bambu Indonesia, 2012 dan Kebun Bambu, 2013).

Pada tulisan ini dikemukakan pembuatan arang dari empat jenis bambu, kualitas dan pemanfaatannya. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui sifat-sifat dan kualitas arang bambu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dan analisis dilakukan di Laboratorium Kimia dan Energi Hasil Hutan, Laboratorium Instrumentasi dan Proksimat Terpadu di Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor. Bahan yang digunakan adalah limbah potongan bambu mayan (*Gigantochloa robusta* Kurz), bambu betung (*Dendrocalamus asper*), bambu ater (*Gigantochloa atter* (Hask) Kurz ex Munro) dan bambu ampel

(*Bambusa vulgaris* Schard). Peralatan yang digunakan untuk membuat arang adalah tungku terbuat dari drum bekas yang sudah dimodifikasi dengan kapasitas 200 liter. Alat-alat lainnya yaitu timbangan, golok, gergaji, karung, termokopel dan lain-lain.

Prosedur penelitiannya adalah bahan berupa potongan bambu dibuat arang dengan menggunakan tungku drum yang telah dimodifikasi. Setelah potongan bambu masuk tungku, kemudian dilakukan pembakaran dengan umpan kayu bakar dan sedikit minyak tanah pada bagian bawah tungku. Proses pengarangan berlangsung antara 15–18 jam, tergantung kadar air dan jumlah bahan yang digunakan. Suhu pengarangan sekitar 400–450°C. Setelah proses pengarangan selesai, tungku didinginkan (kurang lebih 24 jam), selanjutnya arang dikeluarkan, dilakukan penimbangan arang. Arang yang dihasilkan di analisa sesuai prosedur yang berlaku.

Analisis kualitas arang terdiri atas rendemen, kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor (berdasarkan berat kering oven), daya serap arang terhadap iod, benzena dan khloroform dilakukan di Laboratorium Kimia, Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor. Data yang terkumpul, ditabulasi, dianalisis secara deskriptif dan hasilnya dibandingkan dengan standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kualitas Arang Bambu

Pada Tabel 1, dapat diketahui beberapa sifat arang antara lain rendemen ke empat jenis arang bambu berkisar 23,13–26,34%. Rendemen arang ini termasuk rendah karena tungku drum yang digunakan merupakan tungku terpadu untuk pembuatan arang dan asap cair, sehingga mempengaruhi rendemen arang yang dihasilkan. Kadar air arang 3,57–4,64%, variasi besarnya kadar air arang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti cuaca pada saat pembuatan arang, proses dan tempat penyimpanan dan lain-lain. Kadar abu 4,91–9,20% dipengaruhi oleh jenis bambu dan tempat tumbuh/ lokasi bambu tersebut. Sedangkan kadar zat mudah menguap bervariasi antara 15,85–21,09%; tertinggi diperoleh dari arang bambu betung. Kadar karbon terikat 68,71–79,02%; nilai kalor 6.281–6.685 kal/g. Nilai kalor terendah dihasilkan dari arang bambu mayan dan yang tertinggi dari bambu ampel. Nilai kalor arang dipengaruhi oleh kandungan lignin dan zat ekstraktif dari bambu yang dibuat arang (Komarayati dan Gusmailina, 2011).

Tabel 1. Rendemen dan sifat arang

Jenis analisis	Nomer kode contoh limbah			
	1	2	3	4
Rendemen dari berat kering oven, %	25,12	26,34	23,13	23,80
Kadar air, %	3,57	3,97	3,60	4,64
Kadar abu, %	8,34	9,20	4,91	5,13
Kadar zat mudah menguap, %	17,47	21,09	17,98	15,85
Kadar karbon terikat, %	74,17	68,71	77,11	79,02
Nilai kalor, kal/g	6.281	6.514	6.524	6.685

keterangan : 1 = bambu mayan; 2 = bambu betung; 3 = bambu ater; 4 = bambu ampel

Selanjutnya pada Tabel 2 dapat diketahui nilai daya serap dari masing-masing jenis arang terhadap iod, benzena dan khloroform.

Tabel 2. Daya serap arang

Jenis analisis	Nomer kode contoh limbah			
	1	2	3	4
Daya serap terhadap benzena, %	7,91	8,05	8,93	9,92
Daya serap terhadap khloroform, %	5,63	14,07	10,32	8,86
Daya serap terhadap iod, mg/g	181,47	183,50	180,86	220,99

keterangan : 1 = bambu mayan; 2 = bambu betung; 3 = bambu ater; 4 = bambu ampel

Daya serap terhadap benzena dari arang bambu mayan, ampel, betung dan ater berkisar antara 7,91–9,92%, arang bambu mayan mempunyai nilai paling rendah bila dibandingkan dengan daya serap arang bambu lainnya. Begitu juga dengan daya serap arang terhadap khloroform, yaitu antara 5,63–14,07%. Daya serap terendah ada pada arang bambu mayan (5,63%) dan yang tertinggi ada pada arang bambu betung (14,07%). Sedangkan daya serap terhadap iod, arang bambu ater mempunyai nilai paling rendah (180,86 mg/g), diikuti berturut-turut oleh arang bambu mayan (181,47 mg/g, arang bambu betung (183,50 mg/g) dan arang bambu ampel (220,99 mg/g).

Bila dibandingkan dengan arang kayu ternyata arang bambu mempunyai pori-pori yang lebih banyak, kira-kira 3–10 kali lebih tinggi, sehingga daya serap arang bambu lebih tinggi daripada daya serap arang kayu. Untuk lebih meningkatkan kapasitas daya serap dari arang bambu, dapat dilakukan dengan mengaktifasi arang tersebut dengan suhu tinggi. Arang yang telah diaktifasi, pori-porinya akan lebih besar dan telah bersih dari debu atau kotoran sehingga dapat digunakan untuk menyerap zat pencemar dalam air, menyerap logam berat dari limbah, menyerap pestisida dan dapat menjernihkan limbah cair (Zakaria *et al.*, 2013).

B. Pemanfaatan Arang Bambu

Arang bambu adalah produk padat yang menggunakan bahan baku bambu dan diolah melalui proses karbonisasi dengan suhu tinggi. Di beberapa negara, arang bambu dibuat produk berupa hiasan interior yang berfungsi sebagai pembersih udara. Arang bambu merupakan material mikro porous yang memiliki daya serap yang sangat bagus. Daya serap arang bambu diklasifikasikan menjadi *physical adsorbent* dan *chemical adsorbent*. Saat ini perkembangan produksi dan pemanfaatan arang bambu sangat pesat karena ada beberapa alasan, yaitu: 1) siklus panen bambu pendek karena pertumbuhan bambu lebih cepat daripada kayu, 2) kualitas dan pemanfaatan arang bambu hampir sama dengan arang kayu keras, 3) kekuatan arang bambu bagus dan mudah dibuat berbagai bentuk. Saat ini arang bambu telah diproduksi secara besar/ skala pabrik karena produknya telah merambah ke segala bidang sesuai peruntukannya seperti: penjernihan air minum, pembersih udara dalam ruangan, pengatur kelembaban dalam ruangan, kesehatan, penyerap bau, produk seni kerajinan bambu dan lain-lain (Suheryanto *et al.*, 2013). Pada saat ini sedang diteliti beberapa produk untuk pengendalian elektromagnetik dan anti radiasi (Maoyi, 2007 dalam Suheryanto *et al.*, 2013).

Arang bambu juga dapat digunakan sebagai penjernih minyak goreng, menetralkan bau pada baju dalam lemari, dapat menyerap bau rokok dalam ruangan dan dapat menurunkan tingkat radiasi dari alat elektronik seperti komputer dan televisi (Sampoerna, 2011). Selanjutnya pemanfaatan arang bambu telah dilakukan untuk memacu pertumbuhan tanaman mengkudu dengan dosis 20%, ternyata dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter (Komarayati dan Santoso, 2011). Arang bambu bila diletakkan di atas kasur, bantal atau di bawah selimut dapat menghangatkan badan. Arang bambu bisa disimpan di atas nasi yang sedang di masak, nasi menjadi lebih enak dimakan (Ardhieth, 2009).

Di Jepang, arang bambu digunakan untuk menyerap bau dalam ruangan, untuk meningkatkan kesuburan tanah. Di China ada pabrik arang bambu dengan jenis bambu yang tumbuh di China yaitu jenis bambu "moso". Di Indonesia, arang bambu digunakan sebagai bahan bakar, bahan baku untuk arang aktif, serbuk arang dapat digunakan untuk pengobatan/ kesehatan, untuk meningkatkan kesuburan tanah dan lain-lain (Komarayati dan Gusmailina, 2011). Di Taiwan arang bambu digunakan pada pakaian dalam wanita, yang berfungsi sebagai anti bakteri, khususnya dirancang untuk keindahan tubuh. Pemanfaatan arang bambu lainnya yaitu dibuat sikat gigi dan sudah banyak dijual di Indonesia.

Beberapa kelebihan arang bambu :

- a. Arang bambu mengandung banyak pori-pori, sehingga daya serap arang bambu lebih tinggi.
- b. Arang bambu dapat melepaskan *Far Infrared Ray* (FIR) yang berguna untuk menghangatkan tubuh dan melancarkan sirkulasi darah.
- c. Arang bambu dapat melepaskan anion, sehingga dapat meningkatkan serotonin dalam tubuh.

Produk lainnya dari arang bambu yaitu sabun anti septik yang berguna untuk melindungi kulit dari bakteri. Selain itu, arang bambu diketahui dapat menyerap formaldehida, benzena, toluen dan ammonia karena arang bambu memiliki *khlorofil copper sodium* yang artinya bahwa arang bambu memiliki kemampuan menghilangkan kuman dan bakteri (Suherman, 2014). Manfaat lain dari arang bambu adalah setelah dibuat arang aktif kemudian digunakan untuk membalut kacang, hasilnya dipasarkan dengan sebutan *kacang bambu arang aktif*. Produk ini awalnya diproduksi dan dipasarkan di Jepang, kemudian di Taiwan dan lanjut ke Amerika, sampai akhirnya sekarang ke seluruh dunia (Takesumi, 2014).

KESIMPULAN

Arang bambu dapat digunakan sebagai bahan baku untuk bermacam-macam produk yang bermanfaat bagi manusia maupun tumbuhan. Saat ini prospek arang bambu makin meningkat, seiring makin banyaknya industri yang bergerak di perdagangan produk dari arang bambu. Masa depan arang bambu akan semakin cerah .

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhieth. 2009. Arang bambu merupakan Arang Ajaib. Diakses tanggal 10 Oktober 2011.
- Bambu Indonesia. 2012. Bambu potensial sebagai biofuel. <http://sains.kompas.com>. Diakses tanggal 25 Maret 2012.
- Kebun Bambu. 2013. Bambu bisa menjadi sumber energi terbarukan. http://kebun_bambu.blogspot.com/2013/01. Diakses tanggal 23 Januari 2013.
- Komarayati, S. dan E. Santoso. 2011. Arang dan cuka kayu : Produk HHBK untuk stimulan pertumbuhan mengkudu (*Morinda citrifolia*). Jurnal Penelitian Hasil Hutan 29 (2) : 155-178. Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.
- dan Gusmailina. 2011. Bamboo charcoal : *Qualities, uses and prospects. Proceedings International Seminar. Strategies and Challenges on Bamboo and Potential Non Timber Forest Products (NTFPs) Management and Utilization*. p. 247-254. Bogor - Indonesia. Ministry of Forestry. Forestry Research and Development Agency. Centre for Forest Productivity Improvement Research and Development.
- Sampoerna. 2011. Arang bambu Peluang Bisnis dengan Harga Jual Luar Biasa. Diakses tanggal 12 Oktober 2011.
- Suherman, A. 2014. Sabun antiseptik arang bambu. Sabun anti septik.wordpress.com. Diakses 15 September 2014.
- Suheryanto, D. dan L. S. S. Hastuti. 2013. Pembuatan arang bambu pada suhu rendah untuk produksi kerajinan. Hal 51-59. Simposium Nasional RAPI XII. FT- UMS.
- Takesumi. A. 2014. Kacang bambu arang aktif. life-in-boston.blogspot.com/2007/05/bamboo-charcoal-food-m-Japan.html. Diakses tanggal 12 Pebruari 2014.
- Zakaria, A., A. Taufiq dan Y.Purwamargapratala. 2013. Kapasitas adsorpsi arang bambu dan arang bambu teraktivasi basa dalam menyerap ion Cr6+. Buletin Limbah. Teknologi Berwawasan Lingkungan. Vol. 16, No. 3. Batan. Jakarta.

VARIASI PERTUMBUHAN *Diospyros malabarica* (Desr.) Kostl. UMUR 22 BULAN DI ARBORETUM BALAI PENELITIAN KEHUTANAN MANADO

Julianus Kinho

Balai Penelitian Kehutanan Manado
Jln. Raya Adipura Kima Atas Mapanget, Manado, Sulawesi Utara. Tlp: (0431) 3666683;
email : ragilkinho@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu jenis kayu komersil di Sulawesi Utara yaitu kayu hitam (*Diospyros malabarica* (Desr.) Kostl.) Jenis kayu ini merupakan salah satu jenis kayu komersil yang juga dieksploitasi dari hutan-hutan alam di Sulawesi Utara. Eksploitasi yang dilakukan secara berlebihan dari hutan alam dan tidak seimbang dengan kecepatan regenerasi alamnya menyebabkan kayu ini menjadi semakin langka dan sulit ditemukan lagi pada hutan-hutan alam di Sulawesi Utara dan Gorontalo, sementara buah dari jenis ini merupakan salah satu jenis pakan yang paling disukai oleh satwa liar khususnya keelawar dan monyet hitam Sulawesi (*Macaca nigra* dan *Macaca hecky*), sehingga dikhawatirkan degradasi populasi *D. malabarica* dapat berpengaruh terhadap populasi dan distribusi satwaliar tersebut. Perambahan hutan, fragmentasi kawasan hutan dan *illegal logging* semakin memperparah kondisi jenis ini di habitat alam. Salah satu upaya yang perlu dilakukan untuk menyelamatkan jenis tersebut diantaranya dengan melakukan konservasi eksitu yaitu penanaman diluar habitat aslinya misalnya di hutan kota, kebun koleksi (Arboretum), kebun botani, hutan wisata, hutan lindung, halaman rumah, halaman sekolah maupun halaman perkantoran dan lain-lain. Informasi tentang pertumbuhan tanaman tersebut diluar habitat aslinya sangat diperlukan sehingga dapat dijadikan bahan rujukan untuk pengembangannya dalam skala yang lebih luas, khususnya di Sulawesi Utara dan Gorontalo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman konservasi eksitu kayu hitam (*D. malabarica*) umur 22 bulan di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 5 ulangan, setiap ulangan terdiri dari 10 individu. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 50 individu, dengan jarak tanam 3 m x 3 m. Perlakuan yang diberikan yaitu perlakuan pemupukan menggunakan pupuk NPK. Kelompok ulangan 1 (A0) diberikan pupuk NPK 100 gr/tanaman, kelompok ulangan 2 (A1) diberikan pupuk NPK 200 gr/tanaman, kelompok ulangan 3 (A2) diberikan pupuk NPK 300 gr/tanaman, kelompok ulangan 4 (A3) diberikan pupuk NPK 400 gr/tanaman, kelompok ulangan 5 (A4) diberikan pupuk NPK 500 gr/tanaman. Data dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS ver 16.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase hidup tanaman sampai dengan umur 2 tahun sebesar 96,00%. Pertumbuhan tinggi dan diameter yang terbaik ditunjukkan oleh perlakuan A1 (pemupukan dengan NPK 200 gr/tanaman) dengan rata-rata tinggi 0,84 m dan rata-rata diameter 1,69 cm. Pertumbuhan yang paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan A0 dengan rata-rata tinggi 0,62 m dan rata-rata diameter 1,00 cm. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata untuk pertumbuhan tinggi, sedangkan untuk pertumbuhan diameter terdapat perbedaan yang nyata pada selang kepercayaan 95%. Hasil uji lanjut dengan uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat 2 kelompok perlakuan yang berbeda yaitu perlakuan A0 dan A4 (kelompok pertama) dan perlakuan A4, A3, A2 dan A1 (kelompok kedua). Perlakuan yang berbeda sangat nyata adalah perlakuan A0 dengan A1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan dengan menggunakan NPK yang memberikan respon pertumbuhan yang optimal adalah dosis 200 gr/tanaman dibandingkan perlakuan dosis lainnya.

Kata kunci : kayu hitam, komersil, eksploitasi, regenerasi, eksitu

PENDAHULUAN

Salah satu jenis kayu komersil tropis yang terdapat di Sulawesi Utara adalah kayu hitam (*Diospyros malabarica* (Desr.) Kostl.) Jenis kayu ini merupakan salah satu jenis kayu komersil yang juga dieksploitasi dari hutan-hutan alam di Sulawesi Utara dan Gorontalo. Jenis kayu ini dilaporkan berasal dari India dan Sri Lanka kemudian menyebar ke Asia Tenggara. Penyebaran jenis kayu ini di Asia Tenggara dilaporkan terdapat di Myanmar, Thailand, Kamboja, Malaysia (Peninsular) dan Indonesia (Giesen *et al.*, 2007). Penyebarannya di Indonesia meliputi Sumatera, Jawa dan Sulawesi (Gratiana, 2004). Jenis kayu (*D. malabarica*), juga dilaporkan terdapat di daerah Nusa Tenggara Barat yang banyak dijumpai tumbuh di Sumbawa Barat bagian Selatan dan Lombok Selatan (Dephut, 2007). Kayu dari jenis ini (*D. malabarica*), dilaporkan memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena memiliki variasi garis (*stripe*) yang sangat dekoratif dan artistik, sehingga banyak digunakan untuk meubelir (*furniture*), bahan kerajinan dan sebagai bahan baku pembuatan kapal dan konstruksi misalnya untuk rumah dan jembatan (Gratiana, 2004). Jenis pohon ini dilaporkan termasuk memiliki pertumbuhan yang lambat, namun kayunya merupakan kayu mewah dengan corak bergaris berwarna belang-belang hitam dikombinasi dengan warna coklat (Dephut, 2007). Tinggi pohon bisa mencapai 35 m, dengan tinggi bebas cabang 10-20 m dan diameter batang 30-80 cm. Pohon ini umumnya berbatang lurus serta bulat dengan warna kulit luar berwarna hitam, kasar dan mengelupas (bersisik). Daging kulit dalam berwarna agak merah. Tekstur batang halus sampai agak halus. Arah serat lurus atau agak terpadu, permukaan kayu licin mengkilat. Kayu gubal berwarna coklat kemerahan dan mempunyai gradasi dengan kayu teras. Kayu teras berwarna belang-belang hitam dengan berat jenis pada kering angin 0,80 - 1,10 gr/cm³ dan termasuk kayu kuat dan awet (kayu kelas 1) (Gratiana, 2004; Dephut, 2007). Manfaat lain selain kayu dari *D. malabarica* yaitu sebagai bahan obat-obatan. Ajaib dan Khan (2010), melaporkan bahwa di Distrik Lahore (India), hampir semua bagian dari pohon ini dapat dimanfaatkan. Kulit batang dan daunnya berfungsi sebagai obat anti inflamatory, obat penurun panas, depurative, sembelit, astringent, penurun panas, dispepsia, kusta, diare, disentri, haemorrhages, diabetes, spermatorrhea, penyakit yang berhubungan dengan gangguan menstruasi, luka, perut kembung, prolepsi, kudis, sebagai karminatif, afrodisiak dan pengobatan untuk gangguan disgetive. Pemanfaatan sebagai bahan obat yang sama juga dilaporkan oleh Warrier *et al.*, (1996).

Eksplotasi kayu hitam (*D. malabarica*) dari hutan alam yang dilakukan secara berlebihan dan tidak seimbang dengan kecepatan regenerasi alamnya menyebabkan kayu ini menjadi semakin langka dan sulit ditemukan lagi pada hutan-hutan alam di Sulawesi Utara dan Gorontalo. Buah *D. malabarica* merupakan salah satu jenis pakan yang paling disukai oleh satwa liar, khususnya kelelawar dan monyet hitam Sulawesi (*Macaca nigra* dan *Macaca hecky*) sehingga dikhawatirkan degradasi populasi kayu hitam (*D. malabarica*) dapat berpengaruh terhadap populasi dan distribusi satwaliar tersebut. Perambahan hutan, fragmentasi kawasan hutan dan *illegal logging* diduga ikut berpengaruh terhadap degradasi populasi kayu hitam (*D. malabarica*) di habitat alam khususnya di Sulawesi Utara dan Gorontalo. Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk menyelamatkan jenis tersebut diantaranya dengan melakukan konservasi eksitu yaitu penanaman diluar habitat asli misalnya di hutan kota, kebun koleksi (Arboretum), kebun botani, hutan wisata, hutan lindung, halaman rumah, halaman sekolah maupun halaman perkantoran dan lain-lain. Informasi tentang pertumbuhan tanaman tersebut (*D. malabarica*) diluar habitat asli belum banyak tersedia dan sangat diperlukan sebagai bahan rujukan untuk pengembangannya dalam skala yang lebih luas di Sulawesi Utara dan Gorontalo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi pertumbuhan tanaman konservasi eksitu kayu hitam (*D. malabarica*) umur 22 bulan di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado.

BAHAN DAN METODE

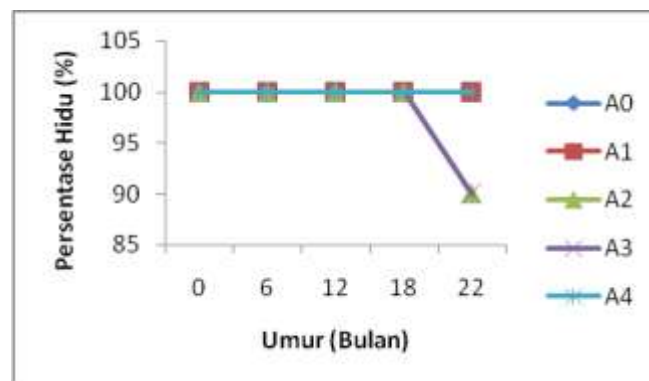
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa tanaman kayu hitam (*D. malabarica*) umur 22 bulan, yang berasal dari Cagar Alam (CA) Tangkoko dan Taman Nasional (TN) Bogani Nani Wartabone di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 5 ulangan, setiap ulangan terdiri dari 10 individu sehingga jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 50 individu. Jarak tanam yang digunakan 3 m x 3 m. Perlakuan yang diberikan yaitu perlakuan pemupukan menggunakan pupuk NPK dengan 5 ulangan. Kelompok ulangan 1 (A0) diberikan pupuk NPK 100 gr/tanaman, kelompok ulangan 2 (A1) diberikan pupuk NPK 200 gr/tanaman, kelompok ulangan 3 (A2) diberikan pupuk NPK 300 gr/tanaman, kelompok ulangan 4 (A3) diberikan pupuk NPK 400 gr/tanaman,

kelompok ulangan 5 (A4) diberikan pupuk NPK 500 gr/tanaman. Pengambilan data tinggi dan diameter dilakukan sebanyak 5 kali pada saat tanaman berumur 0, 6, 12, 18 dan 22 bulan setelah penanaman dilapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Hidup

Pengamatan persentase hidup tanaman dilakukan dengan menghitung jumlah tanaman yang mati pada setiap perlakuan berdasarkan blok penanaman. Persentase hidup tanaman sampai umur 22 bulan secara keseluruhan sebesar 96,00%. Persentase hidup tanaman pada semua perlakuan sampai umur 18 bulan sebesar 100%, kemudian memasuki umur 22 bulan, persentase hidup tanaman pada perlakuan A2 dan A3 turun menjadi 90%, sedangkan pada perlakuan lainnya (A0, A1 dan A4) sampai dengan umur tanaman 22 bulan masih tetap 100% (Gambar 1.)



Gambar 1. Persentase hidup *D. malabarica* sampai umur 22 bulan

Persentase hidup tanaman kayu hitam (*D. malabarica*) di luar habitat aslinya yang ditanam di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado pada jenis tanah podsolik merah kuning sampai umur 22 bulan cukup tinggi (96,00%). Hal ini menunjukkan bahwa, tanaman kayu hitam (*D. malabarica*) memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik di luar habitat aslinya. Species dari anggota marga *Diospyros* umumnya merupakan jenis semitoleran yang membutuhkan naungan yang cukup pada masa awal pertumbuhan dilapangan, kemudian intensitas naungan yang dibutuhkan akan semakin berkurang seiring pertumbuhan dan perkembangannya. Menurut Evans (1986), disebutkan bahwa persentase tumbuh pada tanaman jarak rapat (1250 pohon/ha) bisa lebih rendah yaitu sekitar 80% (mortalitas 20%), namun untuk tanaman dengan jarak tanam lebar, persentase tumbuh yang dapat diterima paling tidak 90% (mortalitas 10%). Menurut Pedoman Penilaian Tanaman Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Kalimantan Timur (Anonim, 2003), disebutkan bahwa persentase tumbuh tanaman dibagi menjadi beberapa kategori; (1) sangat berhasil (> 85%), (2) berhasil (75% - 85%), (3) cukup berhasil (65% s/d < 75%), (4) kurang berhasil (55%-65%), (5) gagal (< 55%). Pada tanaman jati (*Tectona grandis*) bila persen tumbuh kurang dari 50%, maka penanaman harus diulang pada tahun berikutnya (Effendi, 2012). Hadiyan (2010), melaporkan bahwa rata-rata persentase tumbuh tanaman Sengon umur empat bulan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Cikampek sebesar 86,83% (82,47% - 93,38%). Mindawati dan Heryati (2006), melaporkan bahwa persen tumbuh tanaman *Shorea stenoptera* dan *S. mecystopterix* mencapai 68,89% di KHDTK Haurbentes. Effendi (2012), melaporkan persentase tumbuh tanaman Nyawai (*Ficus variegata*) umur 2 tahun di KHDTK Cikampek cukup tinggi yakni sebesar 83%, bahkan mencapai 100% pada 5 jalur tanam dari 10 jalur tanam dengan dengan jumlah bibit yang digunakan sebanyak 120 bibit.

Pertumbuhan Tinggi dan Diameter

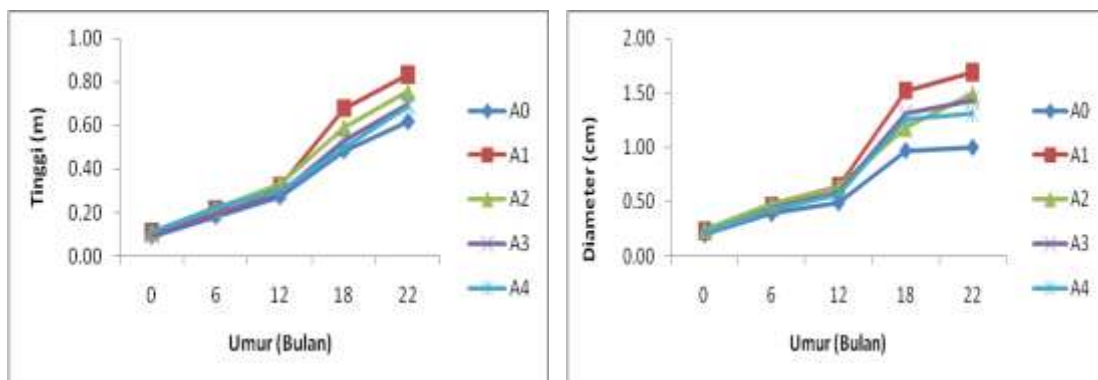
Hasil pengujian menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA), menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata untuk pertumbuhan tinggi, pada selang kepercayaan 95% (0,05) yang ditunjukkan oleh nilai $F_{hit} (0,88) < F_{tab} (2,61)$, sedangkan untuk pertumbuhan diameter berbeda nyata yang ditunjukkan dengan nilai $F_{hit} (4,29) > F_{tab} (2,61)$, seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. ANOVA respon pertumbuhan tinggi dan diameter *D. malabarica* umur 22 bulan terhadap perlakuan dosis pemupukan NPK

	Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Tinggi	Pemupukan	2570,535	4	642,634	0,880 ns	0,484
	Galat	31412,278	43	730,518		
	Total	33982,812	47			
Diameter	Pemupukan	2,586	4	0,647	4,299 *	0,005
	Galat	6,467	43	0,150		
	Total	9,053	47			

ns = tidak berbeda nyata; * = berbeda nyata pada selang kepercayaan 95% (0,05)

Pertumbuhan tinggi *D. malabarica* yang terbaik sampai umur 22 bulan ditunjukkan oleh perlakuan A1 dengan rata-rata 0,84 m dan yang paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan A0 dengan rata-rata 0,62 m. Pertumbuhan diameter yang terbaik ditunjukkan oleh perlakuan A1 dengan rata-rata 1,69 cm dan yang paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan A0 dengan rata-rata 1,00 cm (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik pertumbuhan tinggi dan diameter *D. malabarica* umur 22 bulan

Hasil uji beda nyata menggunakan uji Duncan menunjukkan bahwa untuk pertumbuhan diameter terdapat 2 kelompok perlakuan yang berbeda yaitu perlakuan A0 dan A4 (kelompok pertama) dan perlakuan A4, A3, A2 dan A1 (kelompok kedua) (Tabel 2.)

Tabel 2. Hasil Uji Beda Nyata pertumbuhan diameter menggunakan uji Duncan

Subset for alpha = 0,05				
	Perlakuan	N	1	2
Duncan ^a	A0	10	1,000	
	A4	10	1,310	1,310
	A3	9		1,433
	A2	9		1,488
	A1	10		1,690
	Sig.		0,087	0,055

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa perlakuan yang berbeda sangat nyata adalah perlakuan A0 dengan A1. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk menghasilkan pertumbuhan yang terbaik dalam hal tinggi dan diameter tanaman *D. malabarica* di luar habitat asli, khususnya pada jenis tanah podsolik merah kuning dosis pemupukan NPK yang lebih baik adalah 200 gr/tanaman. Pemupukan yang dilakukan dengan dosis kurang dari 200 gr/tanaman atau lebih dari 200 gr/tanaman menunjukkan respon pertumbuhan yang kurang optimal. Hal ini menunjukkan indikasi bahwa terdapat kecenderungan batas optimal penyerapan unsur hara makro (Nitrogen, Phosphat dan Kalium) untuk tanaman muda kayu hitam (*D. malabarica*) sampai

umur 22 bulan yaitu dengan pemberian pupuk NPK 200 gr/tanaman. Menurut Vanclay (1994), pertumbuhan tanaman merupakan pertambahan dimensi pohon atau tegakan hutan selama periode waktu tertentu. Lebih lanjut disebutkan bahwa besaran pertumbuhan atau riap tegakan dapat diketahui dari parameter tinggi dan diameter atau volume. Pertumbuhan tinggi pohon, baik tinggi total maupun tinggi bebas cabang, pada jenis pohon yang ditanam merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan penanaman terutama untuk jenis kayu komersil. Pola hubungan pertumbuhan pohon dengan umur adalah pola sigmoid dimana pada umur muda, pertumbuhan akan sedang, kemudian cepat sekali dan setelah tua pertumbuhannya kecil atau konstan (Evans, 1986).

Grafik pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman muda *D. malabarica* sampai umur 22 bulan di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado (Gambar 2), menunjukkan variasi dari waktu ke waktu, dan hal ini terlihat dari 5 kali hasil pengukuran setelah penanaman sampai umur 22 bulan di lapangan. Menurut Wright (1976), menyebutkan bahwa variasi pertumbuhan tinggi yang terjadi ini diduga disebabkan oleh tiga faktor yaitu faktor genetik, faktor lingkungan dan interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan. Zobel and Talbert (1984), menyebutkan bahwa perbedaan kondisi geografis tempat tumbuh berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu jenis. Berdasarkan pengamatan dilapangan, terdapat variasi selain variasi dalam pertumbuhan tinggi dan diameter yaitu variasi fenotipe dari tanaman kayu hitam (*D. malabarica*) dalam hal warna daun di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado. Variasi fenotipe yang muncul dapat dilihat dari individu-individu yang secara konsisten memiliki perbedaan warna pada daun muda yang baru muncul yaitu; merah tua, merah kecoklatan dan hijau seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Variasi fenotipe warna daun muda tanaman kayu hitam (*D. malabarica*)

Hardiyanto (2010), menyebutkan bahwa fenotipe merupakan hasil interaksi antara genotipe (susunan genetik) dan lingkungan tempat tumbuh yang mempengaruhinya. Interaksi genotipe dan lingkungan (σ^2_{ge}) terjadi bila genotipe berperilaku berbeda pada lingkungan yang berbeda sehingga prediksi yang akurat untuk perolehan genetik tidak dapat dilakukan hanya dengan genotipe saja atau lingkungan saja.

Pertumbuhan tinggi merupakan salah satu indikator dari hasil penyerapan hara mineral dan proses fotosintesis (Rahman dan Abdullah, 2002). Tingkat pertumbuhan suatu jenis dapat menjadi indikator kemampuan adaptasi suatu jenis diluar habitat aslinya. Semakin cepat pertumbuhan suatu jenis diluar habitat

aslinya mencerminkan semakin baik proses adaptasi dari suatu jenis terhadap lingkungan pertumbuhan yang berbeda, sebagai contoh yang terjadi pada tanaman eboni dari jenis yang berbeda (*D. celebica*) yang ditanam pada dua lokasi yang berbeda yaitu dibawah tegakan jati monokultur dan di kebun percobaan Cikampek (Jawa Barat) yang memiliki kondisi iklim yang sama, ternyata pertumbuhan tinggi tanaman eboni (*D. celebica*) di bawah tegakan jati lebih lambat dari yang ditanam di kebun percobaan Cikampek. Terhambatnya pertumbuhan tersebut dilaporkan karena adanya stress (cekaman) sinar matahari langsung yang diterima tanaman eboni pada saat pohon jati menggugurkan daunnya (Alrasyid, 1985). Pertumbuhan tinggi rata-rata tanaman kayu hitam (*D. malabarica*) sampai umur 22 bulan dalam penelitian ini sebesar 0,72 m (72 cm), dengan rata-rata pertambahan tinggi sebesar 0,36 m (36 cm/th) lebih kecil jika dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman eboni (*D. celebica*) umur 8 tahun yang ditanam dibawah tegakan jati pada iklim C yang memiliki tinggi rata-rata berkisar antara 7-55 cm/th (Alrasyid, 1985).

Pertumbuhan diameter lebih dipengaruhi oleh kompetisi dibandingkan dengan tinggi pohon (Soeseno, 1985). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, tanaman muda kayu hitam (*D. malabarica*) sampai umur 22 bulan di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado belum menunjukkan perbedaan yang berarti sebelum umur 12 bulan (1 tahun) setelah penanaman, namun setelah umur 12 bulan mulai terlihat perbedaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, hal ini mengindikasikan bahwa sebelum umur 12 bulan belum terjadi persaingan dalam memperebutkan unsur hara dan sinar matahari karena memiliki riap pertumbuhan tinggi dan diameter yang hampir sama antar kelompok perlakuan. Pertumbuhan diameter tanaman muda kayu hitam (*D. malabarica*) sampai umur 22 bulan dalam penelitian ini dengan rata-rata sebesar 1,38 cm dengan pertambahan riap diameter sebesar 0,69 cm/th. Riap pertumbuhan kayu hitam (*D. malabarica*) dalam penelitian ini lebih kecil jika dibandingkan dengan riap pertumbuhan tanaman eboni (*D. celebica*) yang dilaporkan oleh Seran dkk., (1991) dengan rata-rata pertumbuhan diameter sebesar 2,44 mm/th. Santoso (2002) melaporkan bahwa terdapat variasi pertumbuhan diameter tanaman eboni (*D. celebica*) muda pada umur 36 bulan (3 tahun) yang ditanam di stasiun penelitian Malili (Sulawesi Selatan), yang berasal dari 7 provenans dimana pertumbuhan yang terbaik ditunjukkan adalah provenans Barru (MAI = 4,45 mm/th) dan provenans Malili (MAI = 4,21 mm/th), dibandingkan 5 provenans lainnya. Soerianegara (1967), menyebutkan bahwa riap diameter tanaman eboni (*D. celebica*) sampai umur 20 tahun berkisar antara 1,5 - 1,6 cm/th. Setelah itu pertumbuhan riap diameter tanaman eboni (*D. celebica*) akan berkurang menjadi 0,5 cm/th.

Tanaman kayu hitam (*D. malabarica*) memiliki banyak manfaat sehingga sangat potensial untuk dikembangkan dalam skala yang lebih besar. Manfaat utama dari jenis ini yaitu sebagai salah satu penghasil kayu mewah (*fancy wood*) untuk meubelir (*furniture*), bahan kerajinan ukiran, peralatan rumah tangga, alat olah raga, alat musik dan bahan konstruksi (Gratiana, 2004; Dephut, 2007). Manfaat lain yaitu sebagai bahan obat-obatan. Ajaib dan Khan (2010), melaporkan bahwa di Distrik Lahore (India), hampir semua bagian dari pohon ini dapat dimanfaatkan. Kulit batang dan daunnya berfungsi sebagai obat anti inflamatory, obat penurun panas, depurative, sembelit, astringent, penurun panas, digunakan untuk mengobati dispepsia, kusta, diare, disentri, haemorrhages, diabetes, spermatorrhea, penyakit yang berkaitan dengan menstruasi, luka, perut kembung, proleptis, kudis, sebagai karminatif, afrodisiak dan untuk mengatasi gangguan disgetive. Menurut Ravikumar *et al.*, (2014), menyebutkan bahwa *D. malabarica* digunakan untuk menyembuhkan penyakit kanker, rheumatoid arthritis, liver, atherosclerosis dan banyak berperan dalam berbagai aktivitas metabolisme tubuh untuk menangkal radikal bebas. Rode *et al.*, (2013), menyebutkan bahwa ekstrak kulit *D. malabarica* mengandung tannin yang berfungsi sebagai anti diarrheal. Ekstrak kulit *D. malabarica* mengandung phenolic yang tinggi berfungsi sebagai antioxdan (Mondal *et al.*, 2006; Sarmah and Baishya, 2014). Gopalakrishna *et al.*, (2014), melaporkan bahwa ekstrak kulit *D. malabarica* mengandung flavonoid dan tannin yang dapat berfungsi sebagai obat maag dan gangguan pencernaan. Amrish and Tarasingh (2012), melaporkan bahwa ekstrak kulit *D. malabarica* mengandung steroid, flavonoid, tannin, karbohidrat, saponin dan triterpenoid.

Potensi pengembangan lainnya dari *D. malabarica* yaitu sebagai tanaman hias dan tanaman hutan kota atau peneduh jalan. *D. malabarica* memiliki arsitektur pohon yang indah sehingga dapat digunakan sebagai tanaman hias di halaman rumah, sekolah, perkantoran dan ruang terbuka hijau dalam penataan kota. Pohon *D. malabarica* memenuhi persyaratan sebagai tanaman hutan kota atau peneduh jalan dengan ciri-ciri yaitu; memiliki arsitek tajuk yang indah, memiliki sistem perakaran yang kuat dan percabangan yang kokoh sehingga tidak mudah patah/tumbang, memiliki bentuk, susunan dan warna daun yang menarik, memiliki bunga dan buah yang menarik dan tidak banyak menggugurkan daun (Chin, 1989; Suryowinoto, 1997).

KESIMPULAN

Tanaman *D. malabarica* memiliki adaptabilitas yang tinggi di Arboretum Balai Penelitian Kehutanan Manado sampai umur 22 bulan yang ditunjukkan dengan nilai rata-rata persentase keberhasilan hidup secara keseluruhan sebesar 96,00%. Perlakuan dosis pemupukan NPK yang diterapkan dalam penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, sebaliknya berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter. Dosis pemupukan NPK yang memberikan respon pertumbuhan tinggi dan diameter yang terbaik di tunjukkan oleh pemupukan dengan dosis 200 gr/tanaman. Selain variasi pertumbuhan tinggi dan diameter, terdapat variasi fenotipe dalam hal warna daun yang dapat dilihat dari individu-individu yang secara konsisten memiliki daun muda yang berwarna merah tua, merah kecoklatan dan hijau.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrish, C and Tarasingh, R.R. 2012. Pharmacognostic Evaluation of *Diospyros malabarica* Bark Powder. Asian Journal of Biochemical and Pharmaceutical Research. 1(2):178-185.
- Ajaib, M dan Khan, Z.U. 2010. *Diospyros malabarica* (Desr.) Kostel. Of Family Ebenaceae and *Ochna serrulata* (Hochst.) Walp. Of Family Ochnaceae: Addition to the flora of Pakistan. Journal Biologia 56(1&2), 17-21. Pakistan.
- Alrasyid, H. 1985. Percobaan Penanaman Kayu Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.) di Bawah Tegakan Jati di Jawa. Buletin Penelitian Hutan 464: 23-37. Bogor.
- Anonim, 2003. Pedoman Penilaian Tanaman Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Kalimantan Timur. Dinas Kehutanan Kalimantan Timur. Samarinda.
- Chin, W.Y. 1989. A Guide to the Wayside Trees of Singapore. Singapore Science Centre, Singapore.
- Dephut. 2007. Klicung (*Diospyros malabarica*) & Duabanga (*Duabanga molucana* Blume.) Sebagai Alternatif Pemanfaatan Kayu Hutan Rakyat. Pusat Informasi Kehutanan, Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Effendi, R. 2012. Kajian Keberhasilan Pertumbuhan Tanaman Nyawai (*Ficus variegata* Blume.) Di KHDTK Cikampek, Jawa Barat. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. 9 (2): 95-104. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Bogor.
- Evans, J. 1986. Plantation Forestry in The Tropics. Clarendon Press Oxford, UK.
- Giesen, W., Wulffraat S., Zieren M, and Scholten L. 2007. Mangrove Guide Book For Southeast Asia. FAO and Wetlands International. Thailand.
- Gopalakrishna, C.H., Reddy, A.K., Sharief, D., Sushma, K.R., and Narendra, S. 2014. A Study on Anti-Ulcer Activity of *Diospyros malabarica* Bark in Ulcer Induced Rats. International Journal for Pharmaceutical Research Scholar. 3(1-2):375-381. India.
- Gratiana, E. 2004. *Diospyros malabarica* (Desr.) Kostel. Seed Leaflet No. 105. Forest and Landscape Denmark. Denmark.
- Gratiana, E. 2004. *Diospyros malabarica* (Desr.) Kostel. Informasi Singkat Benih No. 39. Indonesia Forest Seed Project. Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan. Bandung.
- Hadiyan, Y. 2010. Evaluasi Pertumbuhan Awal Kebun Benih Semai Uji Keturunan Sengon (*Falcataria moluccana* Sinonim *Paraserianthes falcataria*) Umur 4 Bulan Di Cikampek Jawa Barat. Jurnal Hutan Tanaman. 7 (2): 85-91. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor.
- Hardiyanto, E.B. 2010. Pemuliaan Pohon Lanjut. Modul Bahan Ajar Program Studi Ilmu Kehutanan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mindawati, N., dan Y. Heryati. 2006. Pengaruh Frekuensi Pemeliharaan Tanaman Muda Terhadap Pertumbuhan Meranti di Lapangan. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 3 (2). Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor.
- Mondal, S.K., Chakraborty, G., Gupta, M., and Mazumder, U.K. 2006. In Vitro Antioxidant of *Diospyros malabarica* Kostel Bark. Indian Journal of Experimental Biology. 44:39-44. India.
- Rahman, W., dan Abdullah, M.N. 2002. Efek Naungan Dan Asal Anakan Terhadap Pertumbuhan Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.). Berita Biologi 6 (2): 297-301: Edisi Khusus Manajemen Eboni. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor.
- Ravikumar, A., Vengalrao, P., Shobhana, K., and Kishore, S. 2014. An Overview on *Diospyros malabarica*. International Journal of Novel Trends In Pharmaceutical Science. 4(5): 93-96.

- Rode, M.S., Kalaskar, M.G., Gond, N.Y., and Surana, S.J. 2013. Evaluation of Anti-Diarrheal Activity of *Diospyros malabarica* Bark Extract. Journal of The Bangladesh Pharmacological Society 8:49-53. Bangladesh.
- Sarmah, P and Baishya, D. 2014. Phytochemical Analysis and Antioxidant Activity of *Gardenia jasminoides* Ellis and *Diospyros malabarica* Kostel. International Journal of Pharma and Bio Sciences. 5(1):199-204
- Santoso, B. 2002. Status dan Strategi Pemuliaan Pohon Eboni (*Diospyros celebica* Bakh.). Berita Biologi 6 (2): 315-319. Edisi Khusus Manajemen Eboni. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor.
- Seran, D., Santoso, B., dan Ginoga, B. 1991. Pertumbuhan Eboni di Cagar Alam Kalaena, Kab. Luwu Sulawesi Selatan. Jurnal Penelitian Kehutanan 4 (12). Balai Penelitian Kehutanan, Ujung Pandang.
- Soerianegara, I. 1967. Beberapa Keterangan Tentang Jenis-Jenis Eboni. Pengumuman No. 12 Lembaga Penelitian Hutan, Bogor.
- Soeseno, O.H. 1985. Pemuliaan Pohon. Yayasan Pembina Fakultas Penelitian Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suryowinoto, S.M. 1997. Flora Eksotika: Tanaman Peneduh. Kanisius, Yogyakarta.
- Vanclay, J.K. 1994. Modelling Forest Growth and Yield. Application to Mixed Tropical Forest. CAB International. Guildford.
- Warrier, P.K., Narbhar, V.P.K., Ramankutty, C., and Nair, R.V. 1996. Indian Medicinal Plants: A Compendium of 500 species. Orient Longman Private Limited, 160 Anna Salai Channai, India.
- Wright, I.W. 1976. Introduction to Forest Genetics. Academic Press. New York, San Fransisko, London.
- Zobel, B., and J.Talbert. 1984. *Applied Forest Tree Improvment*. John Willey & Sons. New York, Chichester, Brisbane,Toronto,Singapore.

POTENSI SENYAWA AKTIF TUMBUHAN MALUA (*Brucea javanica* (L.) Mess) SEBAGAI SUMBER BIOFARMAKA DAN BIOPESTISIDA ASAL HUTAN

Zulnely¹⁾, Gusmailina¹⁾ dan Evi Kusmiyati²⁾

Peneliti¹⁾ dan Teknisi²⁾ Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (PUSTEKOLAH)
Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan.
Jalan Gunung Batu No. 5. Telp/Fax (0251) 8633378; 8633413. Bogor.
Email : gsmlina@gmail.com

ABSTRAK

Tumbuhan malua (*Brucea javanica* (L.) Mess) banyak tersebar di seluruh Indonesia sehingga mempunyai banyak nama daerah, seperti dadih – dadih, tambursipago, tamban bui, malua, melur (sumatera), kendang pencang, kipades, trawalot (Jawa), tambara marica, amber marica (sulawesi) dan nagas (Maluku),. sering dijumpai pada belukar di tepi sungai, hutan jati, hutan sekunder, juga ada yang menanam sebagai tanaman pagar. Tumbuhan ini dapat hidup pada daerah dengan ketinggian 0,5-550 m dpl. Masyarakat desa banyak menggunakan tumbuhan ini sebagai obat untuk mengobati berbagai jenis penyakit, mulai dari akar daun dan buahnya. Buah malua merupakan antiseptik kuat dan amuba, mikro organisme penyebab malaria, parasit di rongga usus dan mikroorganisme penyebab infeksi pada organewanitaan (vagina). Di luar negeri, ramuan obat ini sudah dibuat dalam bentuk kapsul, obat cair dan obat suntik. Dapat digunakan untuk mengobati penyakit kanker. Pengobatannya dilakukan dengan meminum cairan emulsi, menggunakan injeksi atau menggunakan cairan emulsi yang dilarutkan ke dalam cairan infus. Pada kanker serviks dan payudara, biasanya diberikan injeksi lokal, sedangkan pada tumor saluran cerna dan paru-paru diberikan injeksi intramuskuler. Beberapa studi pendahuluan menunjukkan bahwa tumbuhan ini selain berpotensi sebagai sumber Biofarmaka, juga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber biopestisida baru. Hasil analisis pendahuluan terhadap buah Malua dengan menggunakan Py-GC-MS (Pyrolysis Spektrometri Massa Kromatografi Gas) menunjukkan bahwa buah Malua mengandung 10 komponen utama bahan aktif yaitu: 9-Octadecenamide, Aziridine, Carbamic acid, 2,4,4-Trimethylbut, Cyclohexanone, 9-Octadecenoic acid, 2,6-Dimethyl-7-Octen-3-OL, Benzonitrite, Undecyl 5-Bromovalerate, dan Hexanamide. Dari hasil analisis ternyata buah malua benar selain berpotensi sebagai bahan biofarmaka juga untuk pengembangan biopestisida, karena mengandung Aziridine sebesar 18,10%. Tulisan ini menyajikan informasi tentang potensi senyawa organik alam dari tumbuhan Malua selain sebagai sumber biofarmaka juga sebagai sumber biopestisida, yang diharapkan dapat digunakan sebagai dasar bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Kata kunci : Malua (*Brucea javanica* (L.) Mess), buah, analisis, bahan aktif, potensi, biofarmaka, biopestisida

PENDAHULUAN

Tumbuhan malua (*Brucea javanica* (L.) Mess) dikenal juga sebagai melur atau buah makasar, merupakan salah jenis yang termasuk ke dalam Familia Simaroubaceae. Famili Simaroubaceae merupakan jenis tumbuhan yang dilaporkan mengandung bahan pestisida (Grainge & Ahmed, 1988). Tumbuhan ini banyak tersebar di seluruh Indonesia sehingga mempunyai banyak nama daerah, seperti tambursipago, tamban bui, malua, melur, tampar(sumatera), kendang pencang, kipades, trawalot (Jawa), tambara marica, amber marica (sulawesi) dan nagas (Maluku). Sering dijumpai pada belukar di tepi sungai, hutan jati, hutan sekunder, juga ada yang menanam sebagai tanaman pagar. Tumbuhan ini dapat hidup pada daerah dengan ketinggian 0,5-550 m dpl. Masyarakat desa banyak menggunakan tumbuhan ini sebagai obat untuk mengobati berbagai jenis penyakit, mulai dari akar daun dan buahnya. Buah malua merupakan antiseptik kuat dan amuba, mikro organisme penyebab malaria, parasit di rongga usus dan mikroorganisme penyebab infeksi pada organewanitaan (vagina). Tumbuhan ini mengandung banyak zat bioaktif yang termasuk dalam dua golongan senyawa, yaitu alkaloid dan quassinoid. Canthin-6-one adalah salah satu senyawa yang tergolong alkaloid (Liu *et al.*, 1990), sedangkan golongan quassinoid antara lain meliputi bruceolide, bruceine A, B, dan

C. Kemudian juga ditemukan kandungan bruceine D, E, F, dan G, serta bruceantin, bruceantanol, bruceantarin, dehidrobruceantol, dan brusatol (Roberts, 1994).

Salah satu spesies Simaroubaceae yang banyak ditemui di Indonesia khususnya Sumatera adalah *Brucea javanica*. Secara tradisional tumbuhan ini telah lama digunakan sebagai obat tradisional untuk mengatasi keluhan sakit pinggang, panas dalam, dan luka. Sari buah *B. javanica* memiliki daya anti cacing. Air rebusan 10% b/v menunjukkan efek yang nyata terhadap cacing *Ascaridia galli* (cacing gelang pada ayam). Guo *et al.*, (2005) mengidentifikasi quasinoid dari *B. javanica* yaitu bruseosida C, D, E, dan F tetapi aktivitasnya terhadap serangga hama belum pernah dilaporkan. Sebagai biopestisida Lina (2007) melakukan uji pendahuluan ekstrak air buah melur yang mengandung latron 0,5% dan metanol 1% terhadap larva *Spodoptera litura* instar 3 dan *C. pavonana* instar 2. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak air buah melur konsentrasi 5% bersifat toksik dan menghambat makan *S.litura*, efek toksik pada *C. pavonana* bahkan mencapai 100%.

PROFILE TUMBUHAN MALUA (*Brucea javanica* (L.) MESS)

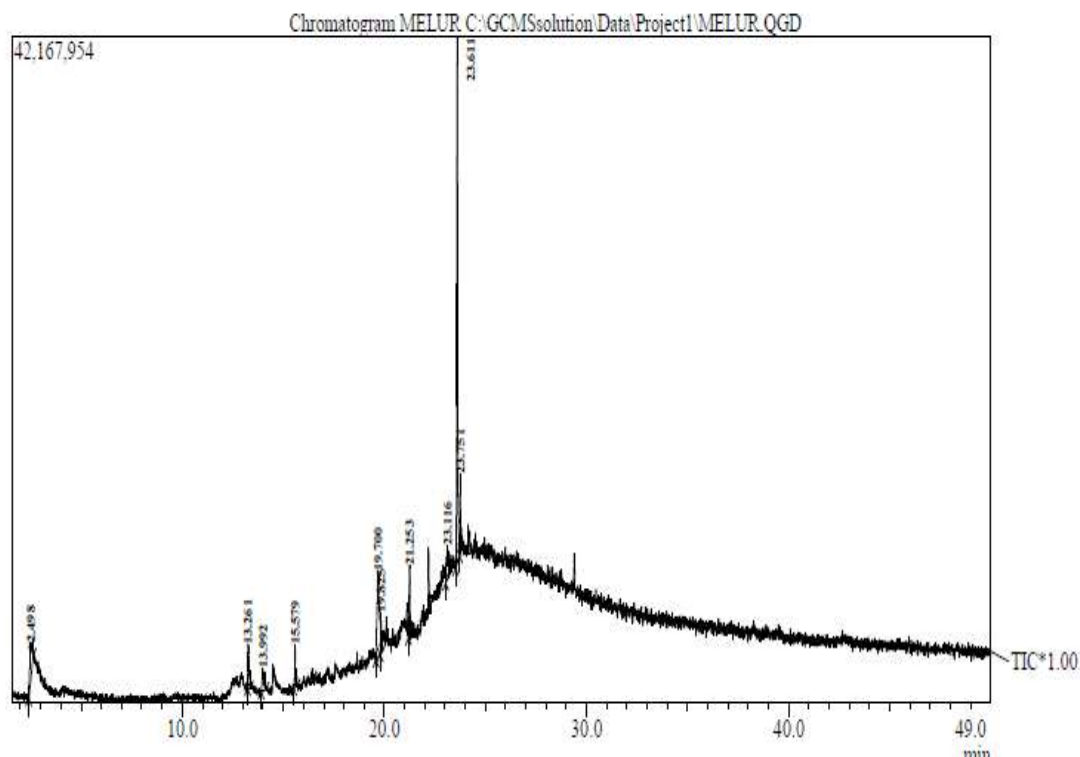
Profile tumbuhan Malua berupa semak, perdu tegak, tinggi, menahun yang tumbuh meliar di hutan. Tumbuhan ini bisa juga disebut pohon kecil mengingat tumbuhan ini dapat mencapai 10 m, sangat pahit, dan beracun. (Wikipedia Indonesia). Daunnya tunggal, dengan pertulangan daun menyirip, jumlah anak daunnya 5-13, letaknya berhadapan (Dharma, 1987) dan tersusun spiral. Helaian daunnya berbentuk bulat telur lonjong hingga lanset memanjang, ujungnya runcing, pangkalnya berbentuk baji, tepinya bergerigi kasar, permukaan atas berwarna hijau, sedangkan permukaan bawahnya berwarna hijau muda. Panjangnya 5-10 cm, dan lebarnya 2-4. Tulang daun sekunder tidak bercabang dan berakhir di kelenjar daun (Dalimartha, 2000).

Perbungaannya muncul dari ketiak daun, berbulu, menggarpu kecil. Adapun, tumbuhan ini berkelemin dua, dan terletak dalam malai yang padat, dengan warna ungu. Buahnya termasuk buah batu berbentuk bulat telur, dengan panjang 8 mm. Jika sudah masak, berwarna hitam, dan bijinya bulat, dan berwarna putih. Dalam sebuah penelitian, barulah diketahui seumpama dalam sebatang cabang, buah makasar menghasilkan 322,9 buah, dan dalam sebatang pohon, buah makasar menghasilkan 2292 buah. Buah muda berwarna hijau dan setelah tua berwarna hijau-coklat (Utami, 2011). Fase pembungaan, pembentukan, dan pemasakan buah selama berturut-turut adalah 28, 47, dan 49 hari.

Tumbuhan ini tumbuh tersebar dari Sri Lanka, India mengarah ke Indo Cina, Cina selatan, Taiwan, Thailand, Malesia ke Australia utara, tumbuhan ini jarang ditemui di Maluku, Papua, dan Guinea Baru. Dahulu, di Kalimantan Tengah dan Sulawesi Selatan banyak ditemui buah makasar. Namun, buah makasar kini jarang ditemui. Di Jabodetabek, buah makasar hanya ditemui di kebun-kebun milik industri pembuahtan jamu.^[8] Persebaran yang terpecah-pecah di Malesia timur menandakan bahwa pohon ini telah diintroduksi oleh orang beberapa tahun yang lalu. Dari sini, kemudian diintroduksi lagi ke Mikronesia dan Fiji. (Hidayat, 2005)

HASIL ANALISIS BUAH MALUA/MELUR DENGAN PY-GC-MS (PYROLISIS SPEKTROMETRI MASSA KROMATOGRAFI GAS)

Hasil analisis menggunakan Py-GC-MS (Pyrolisis Spektrometri Massa Kromatografi Gas) menunjukkan bahwa ditemukan 10 derivat komponen utama dari buah malua/melur antara lain : 9.59 % Carbamic acid, monoammonium salt (CAS) Ammonium carbamate; 5.15% 2,4,4-Trimethylbut-2-enolide; 4.73% 2,6-DIMETHYL-7-OCTEN-3-OL; 4.00% Benzonitrile, 2-methyl- (CAS) 1-Methyl-2-cyanobenzene; 18.10% Aziridine, 2-methyl-3-(1-methylethyl)-, trans- (CAS) TRANS-2-METHYL-3-ISOPROPYLAZIRIDINE; 5.60% Cyclohexanone, 4-methoxy- (CAS) 4-Methoxycyclohexanone; 5.90% 9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- (CAS) Methyl elaidate; 4.60% UNDECYL 5-BROMOVALERATE; 38.34% 9-Octadecenamide, (Z)- (CAS) OLEOAMIDE; dan 3.98% Hexanamide (CAS) Caproamide. Grafik dalam dilihat pada Gambar 1 berikut.



Peak Report TIC				
Peak#	R.Time	Area	Conc%	Name
1	2.498	21024599	9.59	Carbamic acid, monoammonium salt (CAS) Ammonium carbamate
2	13.261	11288539	5.15	2,4,4-Trimethylbut-2-enolide
3	13.992	10373058	4.73	2,6-DIMETHYL-7-OCTEN-3-OL
4	15.579	8761269	4.00	Benzonitrile, 2-methyl- (CAS) 1-Methyl-2-cyanobenzene
5	19.700	39672128	18.10	Aziridine, 2-methyl-3-(1-methylethyl)-, trans- (CAS) TRANS-2-METHYL-3-IS
6	19.825	12271655	5.60	Cyclohexanone, 4-methoxy- (CAS) 4-Methoxycyclohexanone
7	21.253	12924885	5.90	9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- (CAS) Methyl elaidate
8	23.116	10070958	4.60	UNDECYL 5-BROMOVALERATE
9	23.611	84030203	38.34	9-Octadecenamide, (Z)- (CAS) OLEOAMIDE
10	23.751	8726316	3.98	Hexanamide (CAS) Caproamide
		219143610	100.00	

Gambar 1. Analisis Buah Malua/Melur dengan Py-GC-MS (Pyrolysis Spektrometri Massa Kromatografi Gas)

Pada Gambar 1 diketahui bahwa konsentrasi dari derivat senyawa didominasi oleh 9-Octadecenamide, (Z)- (CAS) OLEOAMIDE (Formula: $C_{18}H_{35}NO$) yaitu sebesar 38,34 %, kemudian Aziridine (Formula: $C_6H_{13}N$). Urutan ke tiga didominasi oleh senyawa Carbamic acid, monoammonium salt (CAS) Ammonium carbamate dengan formula $C_2H_5N_3O_2$. Jika diperhatikan hasil analisis, derivat senyawa yang termasuk ke dalam senyawa aktif yang diperuntukkan sebagai sumber biofarmaka diantaranya adalah :

1. 2,4,4-Trimethylbut-2-enolide. Senyawa ini memiliki rumus formula $C_7H_{10}O_2$ yang diindikasikan sebagai Furanon. Golongan furanon telah menunjukkan hasil positif untuk mencegah biofilm pada permukaan abiotik. Furanon kemungkinan dapat digunakan sebagai agen antibiofilm pada obat manusia karena sifatnya yang stabil dan nontoksik (Madigan MT, Martinko JM, Brock TD., 2006, dalam Wikipedia Indonesia).
2. 2,6-DIMETHYL-7-OCTEN-3-OL sinonim Rhodinol. Sering digunakan untuk mengatasi antiradang, antifungi, anti serangga, afrodisiak, anti inflamasi, anti depresi, anti flogistik dan dekongestan. Senyawa ini selain sebagai sumber biofarmaka juga sumber biopestisida.
3. Benzonitrile, 2-methyl- (CAS) 1-Methyl-2-cyanobenzene. Formula: C_8H_7N , sinonim cyanobenzene, Tolunitrile atau dikenal juga dengan fenil sianida.

4. UNDECYL 5-BROMOVALERATE, Derivate senyawa ini memiliki Formula: C₁₆ H₃₁ Br O₂. banyak digunakan sebagai obat berbagai penyakit kulit yang disebabkan oleh bakteri atau jamur.
5. Cyclohexanone, 4-methoxy- (CAS) 4-Methoxycyclohexanone. Derivate senyawa ini memiliki Formula: C₇ H₁₂ O₂
6. 9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- (CAS) Methyl elaidate. Derivate senyawa ini memiliki Formula: C₁₉ H₃₆ O₂. Dikatakan bahwa senyawa ini dibutuhkan oleh tubuh sebagai prekursor hormon-kandungan yang mengatur banyak fungsi dari tubuh, selain itu senyawa ini menghambat produksi glukosa dan juga bersifat antioksidan yang dapat menangkal terbentuknya radikal bebas dalam tubuh.
7. 9-Octadecenamide, (Z)- (CAS) OLEOAMIDE. Derivate senyawa ini memiliki Formula: C₁₈ H₃₅ N O. Merupakan senyawa Stereoisomers dengan nama lain Adogen 73; Oleamide; Oleic acid amide; Oleyl amide; Slip-eze; Armoslip CP; Crodamide O; Crodamide OR; Amide O; Diamide O 200; Diamid O 200; (Z)-9-Octadecenamide; Armid O; cis-9,10-Octadecenoamide; Kemamide O; Petrac Slip-Eze; Unislip 1759; 9-Octadecenamide, cis-; 9-Octadecenamide, (9Z)-

Sedangkan yang diduga sebagai sumber biopestisida adalah :

1. Aziridine, 2-methyl-3-(1-methylethyl)-, trans- (CAS) TRANS-2-METHYL-3-ISOPROPYLAZIRIDINE
2. Carbamic acid, monoammonium salt (CAS) Ammonium carbamate. Derivat senyawa ini memiliki rumus Formula C H₃ N O₂
3. Hexanamide (CAS) Caproamide Derivat senyawa ini memiliki rumus Formula: C₆ H₁₃ N O

Berbeda dengan hasil analisis GC-MS, hasil analisis menggunakan Py-GC-MS (Pyrolysis Spektrometri Massa Kromatografi Gas) akan menampilkan konsentrasi derivat pecahan dari senyawa utama, sehingga lebih rinci dan detail.

KEGUNAAN, POTENSI BIOFARMAKA DAN BIOPESTISIDA

Kegunaan

Berdasarkan berbagai literatur yang mencatat pengalaman secara turun-temurun dari berbagai negara dan daerah, tanaman ini dapat menyembuhkan penyakit-penyakit sebagai berikut :

1. Disentri amuba. 10-15 biji digiling halus, masukkan kedalam kapsul untuk sekali minum. Sehari 3 kali selama 7 - 10 hari.
2. Disentri, air kemih dan tinja berdarah karena panas. Biji (25 -50) digiling halus lalu dimasukkan kedalam kapsul, minum dengan air gula putih.
3. Malaria. Akar, 15 - 20 gram digodok, minum.
4. Wasir. 7 biji dilapisi buah longan, telan.
5. Keputihan karena trichomonas. Biji 20 digodok dengan 400 cc air bersih didalam pot tanah, sampai tersisa 100 cc, untuk cuci kemaluan (disemprotkan dengan alat), setiap kali 20 - 40 cc. Bila sakitnya ringan cukup satu kali, sedangkan kelainan yang berat dilakukan 2 - 3 kali.
6. Kanker ; Ehrlich ascitic cancer, sarcoma 37, sarcoma 180, cervic cancer 14, Walker carcinoma 256, leukemia 1210 dan leukemia 388. (Kanker kerongkongan, Lambung, Rectum, Paru-paru, Serviks, Kulit dan Leukimia). Penggunaan buah segar atau kering. Dibuat serbuk, masukkan kapsul 1,5 – 2 gram, makan 2- 3 kali sehari. (Saran penggunaan kapsul 3x3 kapsul per hari, minum banyak air). Sudah tersedia dalam bentuk obat suntik, infus dan emulsi untuk minum.

Potensi Biofarmaka

Beberapa informasi menyebutkan bahwa buah malua dapat menurunkan kadar gula darah penderita diabetes melitus. Akarnya digunakan untuk pengobatan malaria, keracunan makanan, dan demam. Daunnya digunakan untuk mengatasi sakit pinggang. Menurut laporan awal, buah makasar mengandung brusamarin, kosamin, yatanin, brusealin, glukosa, dan yatanosida A dan B.^[2] Tumbuhan ini juga mengandung fenol (seperti brusenol, dan asam bruseoleat) Bijinya mengandung brusatol, dan brusein A,B,C,D,E,G, dan H. Daging buahnya mengandung minyak lemak, asam oleat, asam linoleat, asam stearat, dan asam palmitoleat. Buah dan daunnya mengandung tanin Dharma, 1987). Di Kalimantan, biji buah makasar dimakan untuk meringankan masalah pencernaan pada perut. Di Indonesia sendiri, buah makasar dimakan untuk menghentikan pendarahan pada usus. Sedangkan, lumatan buah makasar di masyarakat kampung Gunung Dieng, Wonosobo, diminum seperti kopi dan diminum (Hidayat, 2005).

Dharma (1987), mengemukakan bahwa kosamin dalam dosis lemah bersifat emetokartatik dan kolagoga serta bersifat membunuh nematoda dan taenia pada anjing. Juga bersifat antibiotik, dan mencegah penggumpalan darah. Namun, dalam dosis besar, ia dapat menyebabkan kematian. Yatanin diketahui bersifat protozoasidal (pembunuh protozoa) tanpa adanya efek samping. Yatanosida yang diisolasi pada tahun 1945 menyebabkan reaksi keracunan akut dan bahkan menyebabkan kematian pada hewan ujicoba. Pemberian secara oral dan sedang banyaknya, juga menyebabkan kematian.^[2] University of North Carolina (AS) menemukan zat yang bersifat anti-leukimia dari biji buah makasar, seperti bruseosida dan brusein. Universitas London mengisolasi zat sitostatik (bruceolid, seperti bruceolid-A) dari akar, buah, dan pepagan buah makasar yang didapati dari Fiji (Dharma, 1987).

WHO (1999) melaporkan bahwa ekstrak biji *Brucea javanica* efektif sebagai amubisida, aktif terhadap *Entamoeba histolytica*. Potensi tersebut diperkirakan karena terjadinya penghambatan sintesis protein parasit malaria. Di samping itu ekstrak biji *Brucea javanica* aktif terhadap *Shigella shiga*, *S.Boydii*, *Salmonella derby*, *Salmonella typhi* tipe II, *Vibrio cholerae inaba*, dan *Vibrio cholerae ogawa*. Brusatol yang diisolasi dari biji dilaporkan efektif untuk penyembuhan disentri. Dari hasil penelitian in vitro maupun in vivo diketahui bahwa ekstrak buah malua berefek sebagai antiplasmodia. Secara in vitro diketahui bahwa keberadaan bruseantin berefek positif terhadap *Plasmodium falciparum* yang resisten terhadap klorokuin. Efek positif ekstrak malua ditemukan pula pada *Plasmodium berghei* secara in vivo pada percobaan dengan mencit. IC₅₀ dari sembilan macam senyawa kuasinoid terhadap *Plasmodium falciparum* K-1 (resisten terhadap klorokuin) pada pemberian secara oral berkisar antara 0,0046-0,0008 mg/ml. Empat dari kesembilan senyawa tersebut juga aktif terhadap *Plasmodium berghei* secara in vivo setelah pemberian secara oral.

Efektivitas bruceolid yang ditemukan dalam *Brucea javanica* terhadap *Plasmodium berghei* lebih tinggi bila dibanding klorokuin pada percobaan in vivo dengan mencit. Di samping itu ditemukan pula adanya aktivitas sitotoksik suatu golongan kuasinoid hasil isolasi dari *Brucea javanica*. Aktivitas antidisentri hasil pengujian klinik ekstrak buah *Brucea javanica* kurang efektif bila dibandingkan dengan emetin (Dharma, 1987).

Buah malua mengandung asam oleat, brusein A & B yang berkhasiat antikanker pada Ehrlich ascitic, cancer, sarcoma³⁷, sarcoma¹⁸⁰, servix cancer¹⁴, Walker carcinoma²⁵⁶, leucemia¹²¹⁰, dan leucemia³⁸⁸ pada binatang. Juga menghambat sintesa DNA pada sel kanker, mempertinggi daya fagositosis dari makrofag dan merangsang pembentukan sel darah pada sumsum tulang. Buah malua menjadi salah satu bahan herbal yang dapat menyembuhkan kanker payudara. Subeki dosen Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung berhasil membuat buah makasar menjadi obat yang dapat menyembuhkan kanker payudara. Penelitiannya ini juga sudah diuji dan berhasil (Utami, 2011).

Potensi Biopestisida

Beberapa penelitian pengujian buah malua sebagai biopestisida menunjukkan potensi dan berpotensi untuk dikembangkan antara lain Agus (2012) yang menyimpulkan bahwa pemberian perlakuan ekstrak buah *Brucea javanica* terlihat nyata menghambat pertumbuhan dan perkembangan larva *H.vitessoides*. Ekstrak buah *Brucea javanica* baik yang berasal dari buah muda, tua, maupun buah kering pada konsentrasi 50 g/l nyata efektif mematikan larva pemakan daun gaharu *Heortia vitessoides* dengan kisaran mortalitas 73,3–95,5% sejak dua hari setelah diaplikasikan. Bahkan ekstrak buah kering telah mematikan seluruh serangga uji pada hari ke-3 setelah aplikasi. Selain hal itu juga diketahui bahwa pada 2 hari setelah aplikasi, ekstrak buah tua dan buah kering memiliki pengaruh antifeedant terhadap larva *H.vitessoides* sebesar 68–70% berdasarkan bobot daun dan 74–77% berdasarkan luas daun yang dimakan. Lebih lanjut akibat perlakuan ekstrak buah *Brucea* tersebut

hanya kurang dari 10% larva uji yang dapat menjadi pupa dan tidak satu pun yang mencapai tahap imago.

Demikian juga dengan hasil penelitian Lina (2009), menyimpulkan bahwa buah malua memiliki aktivitas tertinggi terhadap *C. Pavonana*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Py-GC-MS (Pyrolysis Spektrometri Massa Kromatografi Gas) menunjukkan bahwa ditemukan 10 derivat komponen utama dari buah malua/melurantara lain : 9.59 % Carbamic acid, monoammonium salt (CAS) Ammonium carbamate; 5.15% 2,4,4-Trimethylbut-2-enolide; 4.73% 2,6-DIMETHYL-7-OCTEN-3-OL; 4.00% Benzonitrile, 2-methyl- (CAS) 1-Methyl-2-cyanobenzene; 18.10% Aziridine, 2-methyl-3-(1-methylethyl)-, trans- (CAS) TRANS-2-METHYL-3-ISOPROPYLAZIRIDINE;

5.60% Cyclohexanone, 4-methoxy- (CAS) 4-Methoxycyclohexanone; 5.90% 9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- (CAS) Methyl elaidate; 4.60% UNDECYL 5-BROMOVALERATE; 38.34% 9-Octadecenamide, (Z)- (CAS) OLEOAMIDE; dan 3.98% Hexanamide (CAS) Caproamide. Biji buah malua/melur sangat berpotensi untuk dikembangkan baik sebagai biofarmaka, maupun untuk biopestisida organik

DAFTAR PUSTAKA

- Agus M. Hariri. 2012. Mortalitas, Penghambatan Makan Dan Pertumbuhan Hama Daun Gaharu *Heortia Vitessoides* Moore Oleh Ekstrak Buah *Brucea Javanica* (L.) Merr. . HPT Tropika. ISSN 1411-7525. Vol. 12, No. 2: 119 – 128, September 2012
- Dalimartha, S. 2000). Atlas Tumbuhan Obat Indonesia 2. Jakarta: Trubus Agriwidya. ISBN 979-661-065-5.
- Dharma, A.P. (1987). Indonesian Medicinal Plants [Tanaman-Tanaman Obat Indonesia] (dalam bahasa Inggris). Jakarta: Balai Pustaka. ISBN 979-407-032-7.
- Hidayat, Syamsul (2005). Ramuan Tradisional ala 12 Etnis Indonesia (dalam bahasa Indonesia). Jakarta: Penebar Swadaya. ISBN 979-489-944-5.
- Lina EC, Arneti, Prijono D & Dadang. 2010. Potensi insektisida melur (*Brucea javanica* L. Merr.) dalam mengendalikan hama kubis *Crociodolomia pavonada* (F.) (*Lepidoptera: Crambidae*) dan *Plutella xylostella* (L.) (*Lepidoptera: Yponomeutidae*). J. Natur Indonesia 12(2):109-116.
- Liu KCS, Yang SL, Roberts MF & Phillipson JD. 1990. Canthin-6-one alkaloids from cell suspension cultures of *Brucea javanica*. Phytochemistry 29 (1): 141-143
- Roberts MF. 1994. *Brucea* spp.: In vitro culture and production of canthinone alkaloids and other secondary metabolites. In Bajaj YPS. (Ed.) Medicinal and Aromatic Plants .Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. p. 21-45
- Utami, Ning Wikan (2011). "Fekunditas *Brucea javanica* (L.) Merr. di Kawasan Ilmiah Cimanggu, Bogor". *Majalah Obat Tradisional* 13 (45): 101–107.

MINYAK ATSIRI DAUN KAYU MANIS (*Cinnamomum burmannii* Blume) SERTA EKSPLORASI POTENSI PEMANFAATANNYA

Gusmailina¹⁾, Zulnely¹⁾ Evi Kusmiati ²⁾ dan Umi Kulsum²⁾

Peneliti¹⁾ dan Teknisi²⁾ Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (PUSTEKOLAH)
Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan.
Jalan Gunung Batu No. 5. Telp/Fax (0251) 8633378; 8633413. Bogor.
Email : gsmlina@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu penghasil kayu manis terbesar yang memasok sebagian besar pasar internasional dunia. Tumbuhan kayu manis (*Cinnamomum burmannii* Blume) termasuk keluarga *Lauraceae*, marga *Cinnamomum* yang terdiri atas ratusan spesies yang tersebar di Asia dan Australia, salah satu diantaranya adalah *Cinnamomum burmannii*, yang banyak dibudidayakan di Indonesia.. Kayu manis dikenal sebagai salah satu jenis rempah-rempah yang tertua di dunia. Kulit batang, cabang dan dahan kayu manis dapat digunakan sebagai rempah-rempah dan merupakan salah satu komoditi ekspor Indonesia. Dari aspek fitokimia kayu manis memiliki sifat yang hamper keseluruhan dari bagian tanaman mengandung minyak atsiri dengan komposisi yang berbeda, tak terkecuali daun kayu manis juga mengandung minyak atsiri yang cukup potensial untuk dimanfaatkan. Pemanfaatan daun kayu manis merupakan upaya dalam mengoptimalkan manfaat dari suatu jenis tumbuhan. Selain melalui ekstrak, daun kayu manis juga dimanfaatkan melalui destilasi daun sehingga diperoleh minyak atsiri daun kayu manis. Tulisan ini menyajikan percobaan pendahuluan penyulingan daun kayu manis yang telah dikering anginkan. Penyulingan dilakukan di laboratorium HHBK, Pustekolah, Bogor. Destilasi daun dan ranting dilakukan secara uap langsung sebanyak 0,5 kg, 1kg dan 3 kg dengan ulangan sebanyak 8 kali dengan perolehan rendemen sebesar 1,10 %. Pada tulisan ini juga diuraikan tentang eksplorasi potensi dan prospek dari minyak dan ekstrak daun kayu manis dalam rangka pengembangan pemanfaatan, terutama yang berkaitan sebagai sumber biofarmaka dan biopestisida.

Kata kunci : kayu manis, *Cinnamomum burmannii*, daun, destilasi, minyak, atsiri, potensi pemanfaatan

PENDAHULUAN

Kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) termasuk famili *Lauraceae*, dalam perdagangan lebih dikenal dengan nama *Cassia vera Indonesia*. Di Indonesia tanaman ini dikenal juga dengan nama manis janggan, kayu legi, kanigar, hotim, huru mentek, kulit manis, ki amis, sedang di luar negeri dikenal dengan nama Indonesian cinnamon, Batavia cinnamon dan Padang cassia. Tanaman ini dapat tumbuh pada dataran rendah, sedang sampai dataran tinggi. Selain menghasilkan kulit, dari ranting yang tidak dapat digunakan serta daun yang terbuang dapat diproses menjadi minyak kayu manis atau cinamon oil. Minyak kayu manis yang sudah dikenal luas di pasar dunia umumnya yang berasal dari jenis *C. zeylanicum* dan *C. cassia*. Namun dewasa ini Sumatra Barat sudah mulai merintis pengembangan minyak kayu manis jenis *C. burmannii*. Bahan baku minyak kayu manis dapat berupa dari kulit (batang, cabang, ranting dan daunnya). Umumnya penyulingan minyak kayu manis dilakukan dengan dikukus atau langsung dengan uap.

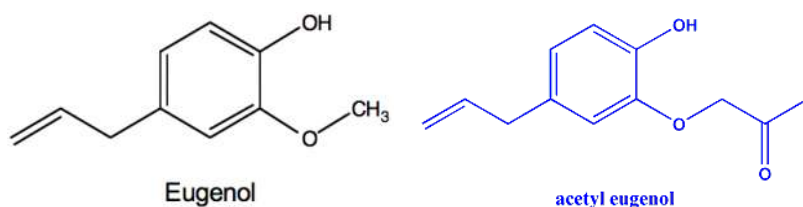
Pohon kayu manis dapat mencapai tinggi antara 8 - 27 m, dengan panjang daun antara 5 - 17 cm dan lebar daun 3 - 10 cm. Warna daun hijau muda, dan pucuk berwarna merah muda. Kulit memiliki aroma yang kuat, dimana kandungan utamanya adalah sinamaldehyd (Zamarel dan Hamid, 1990), banyak digunakan untuk menambah citarasa suatu masakan dan juga menambah aroma suatu makanan. Kayu manis ini termasuk golongan pohon penghasil rempah-rempah, termasuk bumbu tertua, bahkan sudah digunakan oleh bangsa mesir kuno sekitar 5000 tahun yang lalu. Secara tradisional juga digunakan sebagai ramuan obat herbal, dengan ditambah madu misalnya untuk pengobatan radang sendi, jantung, sakit kulit dan bisa digunakan juga bagi yang menderita perut kembung.

Masyarakat Mesir kuno memanfaatkan daun kayu manis untuk membalsem mumi raja-raja. Riset Sri Muwarni dkk, dari Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, membuktikan khasiat ekstrak daun kayu manis memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri *Salmonella typhi* penyebab tifus. Kandungan utama minyak *C burmanii* umumnya adalah sinamaldehyd (60 - 77%), untuk *C zeylanicum* kandungan utama adalah eugenol (65 - 89%) sedangkan *C cassia* 65 - 75% eugenol dan sinamaldehyd (26%). Namun jenis yang banyak ditanam di Indonesia adalah *C. burmanii*, *C. zeylanicum*/ (Rusli dan Hamid, 1990). Mutu minyak yang dihasilkan tergantung dari bahan (daun) yang disuling dan musim panen. Pada musim hujan dan musim semi, rendemen minyak dari daun dan ranting lebih tinggi dibandingkan dengan daun pada musim panas dan musim gugur. Kadar aldehida (terutama sinamat aldehida) dalam minyak kayumanis Tiongkok lebih tinggi dibanding *C. burmannii* Indonesia yaitu berkisar antara 70-95 persen.

MINYAK DAUN KAYU MANIS

Minyak Atsiri kayu manis dapat diperoleh dari kulit, ranting dan daun. Di dunia perdagangan kayu manis, produk yang diminta dari minyak kayu manis didasarkan pada jenis kayu manis dan asal bahan, yaitu cinnamon leaf oil, cinnamon bark oil, dan cassia oil. Cinnamon leaf oil adalah minyak yang diperoleh dari daun kayu manis jenis *Cinnamomum zeylanicum*. Cinnamon bark oil adalah minyak yang diperoleh dari kulit. Sedangkan cassia oil adalah minyak yang diperoleh dari daun, ranting dan bubuk kulit kayu manis jenis *Cinnamomum burmanni* atau *Cinnamomum cassia*. Komponen utama yang terkandung dalam minyak kayu manis adalah eugenol, eceteugenol dan aldehida. Selain itu masih ada kandungan lain yang menentukan aroma spesifik dari kayu manis. Kandungan terbesar dalam minyak kayu manis adalah eugenol, yaitu sekitar 80-90 %. Sebagian besar komponen aromatik minyak kayu manis larut dalam air. Akibatnya, pemisahan minyak dan air menjadi sangat sulit sehingga rendemennya menjadi rendah. Untuk memisahkan minyak tersebut digunakan CO₂ cair. Minyak kayu manis diperoleh dari penyulingan atau destilasi air dan uap. Kandungan minyak yang diperoleh tergantung pada cara penyulingannya. Penyulingan dengan uap akan menyebabkan sebagian besar minyak terdekomposisi, sedangkan penyulingan dengan air atau air dan uap hanya sedikit yang terdekomposisi.

Minyak atsiri kayu manis banyak diminta oleh Amerika Serikat dan Eropa untuk keperluan industri, baik makanan maupun farmasi. Minyak atsiri kayu manis *Cinnamomum cassia* banyak diproduksi di Cina, Vietnam dan Taiwan. Indonesia sendiri memproduksi minyak dari jenis *Cinnamomum zeylanicum* dan *Cinnamomum burmanni* baik dari ranting maupun daun. Kandungan senyawa aktif minyak atsiri daun kayu manis umumnya adalah *L-Linalool* 34,40 %, *1,8-Cineole* 18,18 % and α *Pinene* 13,96% (Jean-Claude Chalchat & Valade, 2000). Mutu minyak kayu manis ditentukan oleh tingginya kadar sinamaldehyd (Khasanah, Umi; Anandito, Katri, Utami dan Rohula, 2012). Menurut Standar Nasional Indonesia kadar sinamaldehyd dalam produk minyak kayu manis Indonesia minimal 50% (SNI 2006).



Gambar 1. Eugenol dan Acetyleneugenol, merupakan sebagian dari kandungan utama minyak daun kulit manis

Hasil penyulingan pendahuluan daun kayu manis dari jenis *Cinnamomum burmanni* yang telah dilakukan di laboratorium HHBK Pustekolah, menghasilkan minyak yang berwarna bening kekuningan dengan aroma yang khas. Percobaan penyulingan daun kayu manis yang telah dicacah dan dikering anginkan dilakukan secara destilasi uap langsung sebanyak 0,5 kg, 1kg dan 3 kg dengan ulangan sebanyak 8 kali dengan perolehan rendemen rata-rata sebesar 1,17 %. Hasil yang diperoleh lebih tinggi dari perolehan hasil yang dilakukan oleh Cahyana (2005) yang hanya menghasilkan minyak 0,3 %. Demikian juga penyulingan yang dilakukan oleh Sumangat dan Ma'mun (2003) maksimum minyak yang diperoleh hanya sebesar 0,9%. Namun agak lebih rendah jika dibandingkan dengan Syahbirin dkk., (2011) yang menyuling daun *Cinnamomum multiflorum* yang memperoleh minyak sebesar 1,39%. Akan tetapi dalam hal ini yang perlu

ditekankan adalah bahwa daun kayu manis bukan merupakan limbah. Karena pada daun kayu manis juga tersimpan minyak atsiri yang potensial untuk dikembangkan pemanfaatannya lebih lanjut.

MANFAAT MINYAK ATSIRI KAYU MANIS

Selain untuk menambah citarasa masakan, penambah aroma pada kue, minyak kayu manis juga dimanfaatkan sebagai obat herbal. Beberapa bahan kimia yang terkandung dalam kayu manis diantaranya minyak atsiri eugenol, safrole, sinamaldehyde, tannin, kalsium, oksalat, damar, & zat penyamak. Minyak pati/sari dari kulit kayu manis mengandung 2 jenis fenilpropanoid yaitu cinnamaldehyd dan eugenol (Gillifer dari Department of Agriculture Br. Salamon, 1971). Menurut Niu and Gilbert (2004), kandungan utama minyak atsiri adalah senyawa sinamaldehyda dan eugenol. Kandungan tersebut memiliki potensi sebagai antibakteri dan antibiofilm. Lebih lanjut dikemukakan bahwa mekanisme penghambatan bakteri oleh minyak atsiri kayu manis melibatkan beberapa aksi dan hal ini dimungkinkan karena sifat hidrofobisitasnya. Kandungan minyak atsiri dapat mempengaruhi lapisan *lipid bi-layer* membran sel sehingga menjadikannya lebih permeabel, sehingga menyebabkan kebocoran isi sel vital. Penurunan aktivasi enzim bakteri juga merupakan mekanisme aksi penghambatan bakteri oleh minyak atsiri. (Burt, 2004; Juven *et al* 1994; dan Kim *et al.*, 1995). Selanjutnya dalam hal ini Inna, Atmania dan Priskasari (2010), menyimpulkan bahwa minyak atsiri kayu manis (*Cinnamomum bur-manii*) mengandung zat aktif sinamaldehyd dan eugenol yang dapat menghambat biofilm oral secara alami. Adanya sifat antibiofilm ini kemungkinan membuat minyak atsiri kayu manis menjadi zat aktif yang dimasukkan dalam permen karet, sehingga dapat digunakan sebagai bahan antibiofilm. Namun masih diperlukan penelitian lebih lanjut dalam hal uji sitotoksitas, sehingga penggunaannya secara klinis dapat dipertanggungjawabkan.

Paranagama (2001), melaporkan bahwa atsiri dari *Cinnamomum* yang mengandung eugenol, β caryophyllene, benzyl benzoate, cinnamaldehyde dan linalool yang ternyata bersifat sebagai atraktan pada berbagai jenis serangga. Hasil penelitian Sukandar *dkk.*, (1999), menunjukkan bahwa minyak atsiri daun kayumanis dapat menghambat aktifitas antibakteri paling kuat terhadap *Salmonella typhimurium* dan aktivitas anti fungi terkuat terhadap *Candida albicans* masing-masing pada konsentrasi hambat minimum 2%.

Selain pemanfaatannya sebagai sumber biofarmaka untuk kesehatan manusia, minyak atsiri kayu manis juga berpotensi sebagai biopestisida. Hasil penelitian Syahbirin *dkk.*, (2011) menunjukkan bahwa minyak daun kulit manis *Cinnamomum multiflorum* mempunyai peluang untuk dikembangkan sebagai biopestisida, karena dengan konsentrasi 1% (b/v) dapat mengakibatkan kematian serangga uji ulat kubis *Crociodolomia pavonana* sebesar 95.7%. Lebih lanjut dikemukakan bahwa toksisitas minyak atsiri daun *C. multiflorum* mendekati toksisitas minyak mimba yang sama memiliki efek kerja racun dan mematikan ulat.

Secara tradisional masyarakat Indonesia memanfaatkan atsiri kulit manis untuk berbagai keperluan diantaranya adalah : Bahan baku dalam industri farmasi, kosmetika dan *flavouring* makanan serta minuman; Pengobatan secara aroma terapi, karena memberikan efek yang menenangkan jiwa; Menurunkan kadar gula dalam darah pada penderita diabetes; Anti diare karena dapat membunuh bacteria E-coli dan penahan sakit. Anti bacteria yang dapat mencegah pembentukan plak gigi dan kerusakan gigi. Meredakan sakit perut dan juga menghilangkan rasa mual pada wanita hamil; Mengatasi kerontokan rambut, Infeksi kantung kemih; Mengobati sakit gigi; Mengatasi kolesterol; Kanker; Obat pilek, sakit perut, perut kembung, bau nafas, sakit kepala sinus; Kelebihan berat badan; dan Influenza infeksi pada kulit.

EKSTRAK DAUN KAYU MANIS

Salah satu cara yang umum untuk mendapatkan ekstrak daun kayu manis adalah dengan cara maserasi. Daun dikeringkan, dihaluskan, diayak lalu diekstraksi dengan etanol selama beberapa hari. Ekstrak kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring, kemudian diuapkan hingga diperoleh ekstrak. Ekstraksi minyak atsiri kebanyakan menggunakan pelarut yang cocok dan biasanya digunakan untuk mengambil minyak yang kurang stabil yang dapat rusak oleh panas. Beberapa pelarut yang dapat digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri antara lain etanol, metanol, kloroform, alkohol, aseton, atau eter. Berbagai riset yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa ekstrak daun kayu manis banyak sekali manfaatnya. Ekstrak daun kayu manis dapat dimanfaatkan sebagai antioksidasi dalam penyimpanan buah untuk menekan proses oksidasi buah (Anton S, 2006). Kondoy., *dkk.*, (2013), melaporkan bahwa ekstrak daun kayu manis dapat menurunkan kadar gula darah yang diujicobakan terhadap tikus putih.

Riset Muwarni dkk, dari Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, membuktikan khasiat ekstrak daun kayu manis memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri *Salmonella typhi* penyebab tifus. Hasil uji memperlihatkan daun kayu manis pada konsentrasi 3% menurunkan populasi *Salmonella typhi* sebesar 83,2%. Daya hambat tersebut diperkirakan karena kayu manis mengandung flavanoid dan saponin. Kedua senyawa tersebut bersifat antibakteri. Saponin bekerja dengan merusak membran plasma dan asam deoksiribonukleat (DNA) polimerase bakteri. Sementara flavanoid memilin untai DNA dan berikatan dengan protein untuk merusak dinding sel bakteri. Senyawa lain seperti alkaloid dapat memutus ikatan antar sel bakteri (Handayani dalam Trubus, 2013). Selanjutnya Santoso, dkk., (2014), mengemukakan bahwa ekstrak etanol daun kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) efektif sebagai antimikroba terhadap bakteri *Shigella dysenteriae* secara in vitro, yang dapat membunuh bakteri *Shigella dysenteriae* pada konsentrasi 7,25%. Selanjutnya Angelica (2013) juga melaporkan tentang manfaat ekstrak daun kayu manis yang dapat menekan pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

PENUTUP

Hasil penyulingan DKM dari jenis *Cinnamomum burmannii* yang telah dilakukan di laboratorium HHBK Pustekolah, menghasilkan minyak yang berwarna bening. Destilasi daun dan ranting dilakukan secara destilasi uap sebanyak 0,5 kg, 1kg dan 3 kg dengan ulangan sebanyak 9 kali dengan perolehan rendemen rata-rata sebesar 1,40 %. Potensi dan pemanfaatan minyak atsiri DKM serta pasar yang cukup menjanjikan maka, dapat dijadikan sebagai tambahan nilai ekonomi bagi usaha perkebunan kayu manis. Berdasarkan uraian tersebut diatas, menunjukkan bahwa banyak sekali manfaat daun kulit manis yang bisa dikembangkan. Daun kulit manis bukanlah limbah yang biasanya dibiarkan terbuang, namun merupakan sumber daya yang bisa meningkatkan nilai tambah, karena dapat dikembangkan pemanfaatannya lebih lanjut baik sebagai minyak daun kulit manis maupun ekstrak daun kulit manis. Peluang pemanfaatan lebih lanjut bisa sebagai sumber biofarmaka maupun biopestisida. Oleh sebab itu diharapkan tulisan ini dapat dijadikan sebagai informasi dasar bagi pengembangan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton S. 2006. Manfaat Daun Kayu Manis, *Cinnamomum Burmannii* Terhadap Khasiat Antioksidasi Mahkota Dewa, *Phaleria Macrocarpa* (Scheff.) Boerl.) Selama Penyimpanan. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/45951>
- Burt S. 2004. Essential Oils: Their Antibacterial Properties And Potential Applications In Foods – A Review. *Int J Food Microbiol.* 2004;94(3):223–53.
- Chao L.K., K.F. Hua, S.S. Cheng, J.Y. Liu, S.T. Chang (2005), Study on the Antiinflammatory Activity from Leaves of *Cinnamomum osmophloeum*, *J. Agric. Food Chem.*, 53(18), 7274-7278
- Guenther, E. 1990. Minyak Atsiri. Jilid IV Terjemahan Ketaren. UI Press, Jakarta.
- Inna, M., N. Atmania, & S. PrismaSari. 2010. Potential Use of *Cinnamomum burmannii* Essential Oil based Chewing Gum as Oral Antibiofilm Agent. *Journal of Dentistry Indonesia* 2010, Vol. 17, No. 3, 80-86
- Juven BJ, Kanner J, Schved F, Weisslowicz H. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J Appl Bacteriol.* 1994;76(6):626-31.
- Jean-Claude Chalchat & Isabelle Valade. 2000. Chemical Composition of Leaf Oils of *Cinnamomum* from Madagascar: *C. zeylanicum* Blume, *C. camphora* L., *C. fragrans* Baillon and *C. angustifolium*. *Journal of Essential Oil Research.* Volume 12, Issue 5, 2000 pages 537-540
- Kim J, Marshall MR, Wei C. Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. *J Agric Food Chem.* 1995;43(11): 2839-45
- Khasanah, Lia Umi; Anandito, R. Baskara Katri; Utami, Rohula. 2012. Mengangkat Potensi Kayu Manis (*Cinnamomum Burmannii*) sebagai Flavor Eksotis melalui Sistem Pengolahan Terintegrasi. Fakultas Pertanian UNS, Semarang
- Kondoy S., A. Wullur dan W. Bodhi. 2013. Potensi Ekstrak Etanol Daun Kayu Manis *Cinnamomum burmannii* Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Dari Tikus Putih Jantan (*Rattus Norvegicus*) Yang Di Induksi Sukrosa. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT* Vol. 2 No. 03 Agustus 2013 ISSN 2302 – 2493. Manado.

- Murwani, S., Soemardini, M. K. Wardhani. 2009. Efek Ekstrak Daun Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanni*) Sebagai Antimikroba Terhadap *Salmonella Typhi* Secara *In-Vitro*. Jurnal penelitian Program Studi Pendidikan Dokter FKUB.
- Niu C and Gilbert ES. Colorimetric method for identifying plant essential oil components that affect biofilm formation and structure. *Appl Environ Microbiol.* 2004;70(12):6951-6.
- Paranagama P.A., S. Wimalasena, G.S. Jayatilake, A.L. Jayawardena, U.M. Senanayake and M. Mubarak (2001), A Comparison of Essential Oil Constituents of Bark, Leaf, Root and Fruit of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blum) Grown in Sri Lanka, *J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka*, **29**, 147-153
- Syofyan Rusli dan Auzay Hamid, 1990. Kayumanis (*Cinnamomum* spp) dalam Buku Perkembangan Penelitian Tanaman Penghasil Minyak Atsiri, Edisi Khusus Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Vol VI No. I 1990. Balittro.
- Santoso S., E. Asmaningsih. dan I.G.N. R. Sanjaya. Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Kayu Manis (*Cinnamomum Burmannii*) Sebagai Antimikroba Terhadap Bakteri *Shigella Dysenteriae* Secara *In Vitro* dalam <http://event-archives.litbang.depkes.go.id/jspui/bitstream/123456789/246/1/majalah%20ryan.pdf>. Diakses Juli 2014.
- Standar Nasional Indonesia, SNI 06-3734-2006: Minyak Kulit Kayu Manis, ICS 71.100.60, Badan Standarisasi Nasional – BSN, Jakarta
- Singh G., S. Maurya, M.P. DeLampasona, C.A. Catalan (2007), A Comparison of Chemical, Antioxidant and Antimicrobial Studies of Cinnamon Leaf and Bark Volatile Oils, Oleoresin and Their Constituents, *Food. Chem. Txicol.*, 45, 1650-61
- Sumangat, D. dan Ma'mun (2003), Pengaruh Ukuran Dan Susunan Bahan Baku, Serta Lama Penyulingan Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Kayumanis Srilangka (*Cinnamomum zeylanicum*), *Buletin TRO Volume XIV No.1*
- Sukandar E.Y., A.G. Suganda dan Muslikhati. 1999. Efek Minyak Atsiri Kulit Kayu Dan Daun *Cinnamomum burmanni* Terhadap Bakteri Dan Fungi (The Effect Of The Volatile Oil Of Barkand Leaves Of *Cinnamomum burmannii* Against Bacteri And Fungi). *Majalah Farmasi Indonesia* 1999, X(1)
- Syahbirin G., C. Hertika, D. Priyono dan Madang. 2011. Potensi Minyak Atsiri Daun *Cinnamomum Multiflorum* Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Ulat Kubis *Crociodolomia pavonana*. FMIPA Institut Pertanian Bogor. Pengembangan Sains yang Bermartabat untuk Kemuliaan dan Kesejahteraan Masyarakat.. <http://fmipa.ipb.ac.id/index.php/id/kimia>.
- Trubus 529 - Desember 2013/XLIV
- Yenni Cahyana (2005), Peningkatan Kadar Sinamaldehyd Dalam Minyak Atsiri *Cinnamomum burmannii* dengan Destilasi Uap dan Ekstraksi Diklorometan, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan Bandung.
- Zamarel, A. Hamid, 1990. Tanaman kayumanis, Proseding Temu Tugas Perkebunan/Tanaman Industri Badan Litbang Pertanian, Balittro Bogor bekerjasama dengan Kanwil/Deptan dan Perkebunan Sumbar, Riau dan Jambi di Bukit Tinggi 1990.

KAJIAN ASPEK BIOFARMAKA EKSTRAK DAN MINYAK ATSIRI DAUN *Psidium guajava*

Gusmailina¹, Sri Komarayati¹ dan Umi Kulsum²

Peneliti¹ dan Teknisi² Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (PUSTEKOLAH)
Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan
Jl. Gunung Batu No. 5. Telp/Fax (0251) 8633378; 8633413. Bogor.
e-mail: gsmlina@gmail.com

ABSTRAK

Psidium guajava (jambu biji) adalah salah satu jenis yang termasuk ke dalam Familia Myrtaceae, yang memiliki khasiat yang sangat menakjubkan, baik itu buah maupun daunnya. Tumbuhan ini tersebar merata di Indonesia mulai dari perkotaan hingga desa, serta pegunungan hingga hutan. Daun jambu biji memiliki efek yang luar biasa karena dapat mengatur kadar glukosa dalam darah. Beberapa studi menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu memiliki efek preventif dan korektif pada hiperglikemia, serta memiliki dampak positif pada hati, dengan mengurangi jumlah tetapan lipid yang ditemukan dalam hati. Daun jambu biji mengandung semacam komponen yang dapat menyerang bakteri patogen dan antibakteria, sehingga masyarakat lazim menggunakan sebagai anti diare. Beberapa studi juga melansir bahwa daun jambu biji yang dicampur dengan herba lain dapat mengobati hipertensi bahkan penyakit stroke. Daun jambu biji memiliki efek menguntungkan pada miokardium penderita diabetes, serta komplikasi jantung yang diakibatkan oleh diabetes. Hasil studi juga menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu secara signifikan dapat menurunkan glukosa darah, hemoglobin terglikasi dan tingkat fruktosamin untuk jangka waktu satu bulan sehingga disimpulkan bahwa ekstrak daun jambu biji bermanfaat untuk mencegah komplikasi kardiovaskular pada kasus yang terkait dengan diabetes. Tulisan ini menyajikan informasi mengenai manfaat ekstrak daun jambu biji dan minyak atsiri yang disuling dari daun jambu biji varietas crystal sekaligus informasi mengenai potensinya dalam aspek biofarmaka. Daun jambu biji diambil dari daerah Bantar Kambing, Kabupaten Bogor. Setelah kering angin daun disuling di Laboratorium HHBK, Pustekolah Bogor. Dari hasil penyulingan diperoleh minyak yang berwarna kuning keemasan, dengan rendemen berkisar antara 0,6%, 0,8% dan 1,2% serta mempunyai aroma yang khas.

Kata kunci: *Psidium guajava*, daun jambu biji, destilasi, atsiri, potensi biofarmaka

PENDAHULUAN

Psidium guajava atau lebih dikenal dengan nama jambu biji adalah salah satu jenis buah yang mudah didapatkan. Termasuk ke dalam Familia Myrtaceae yang keberadaannya melimpah terutama di negara tropis macam Indonesia. Tanaman jambu biji ini bisa dengan mudah tumbuh di mana saja, sehingga tumbuh subur di berbagai tempat liar tanpa perawatan sekalipun, mulai dari perkotaan, pedesaan hingga tepian hutan. Rasa buah ini cukup nikmat dan banyak digemari dari berbagai kalangan dan usia. Konsumsi buah jambu biji akan memberikan seseorang manfaat ganda. Selain nikmat di lidah, juga memberikan efek sehat bagi tubuh. Tak hanya itu, sesungguhnya bagian lain tanaman jambu biji juga memiliki beragam khasiat, bagian tersebut adalah daun jambu biji (DJB). Selama ini DJB banyak yang memanfaatkannya, hanya dibiarkan yang berujung sebagai limbah. Oleh sebab itu informasi mengenai manfaat DJB ini perlu disebarluaskan sebab ternyata manfaatnya sangat luar biasa.

Dalam beberapa tahun terakhir, minat dalam penggunaan aromaterapi semakin meningkat. Hal ini karena inti penekanannya terutama pada anti-inflamasi dan sifat antioksidan dari minyak atsiri yang digunakan (F.Bakkali, S. Averbek, D. Averbek and M. Idaomar, 2008 dan B. Adorjan and G. Buchbauer, 2010). Dijelaskan juga berdasarkan penggunaan atsiri secara tradisional Cina dan Ayurvedic, tumbuhan keluarga Myrtaceae sudah dikenal sebagai sumber yang kaya akan minyak atsiri berharga seperti minyak cengkeh, minyak pohon teh, minyak kayu putih, dan minyak *eucalyptus*. Sebagian besar minyak ini memiliki

relevansi obat dalam mengurangi gejala yang berhubungan dengan infeksi nasofaring infeksi, batuk dan hidung tersumbat, Tidak terkecuali atsiri DJB *Psidium guajava*.

Beberapa hasil penelitian mengemukakan bahwa DJB *Psidium guajava* mengandung berbagai zat aktif diantaranya adalah *amritoside*, *aroma dendren*, *avicularin*, *beta-sitosterol*, *calcium-oxalat*, *caryophyllen-oxide*, *catechol-tannins*, *crataegolic acid*, *guajiverin*, *guaijaverin*, *guavin-a,b,c,d*, *guajivolic-acid*, *nerolidiol*, *oleanolic-acid*, *psidiolic-acid*, *quercetin*, *sugar*, *ursolic-acid*, *xanthophyll*, *gallo catechin*, *ellagic-acid*, *fat*, *genticid-acid*, *hyperocid*, *leucocyanidine*, *hyperocide*, *aslinic-acid*. Selanjutnya dijelaskan juga bahwa DJB *Psidium guajava* juga mengandung berbagai senyawa kimia aktif diantaranya saponin, flavonoid, tri terpenoid, minyak atsiri, tanin, beta sitosterol da senyawa-senyawa lainnya (Duke, 2004). Berbagai zat yang terdapat dalam DJB seperti flavonoid menurut literature dapat menghambat enzim aromatase yaitu enzim yang berfungsi mengkatalis konfersi androgen menjadi estrogen yang akan meningkatkan konsentrasi testosteron. Tingginya konsentrasi testosteron akan berumpun balik negatif kehipofisis yaitu tidak melepaskan FSH atau LH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Tumbuhan *Psidium guajava*

Jambu biji memiliki nama Latin *Psidium guajava*, merupakan tumbuhan yang berasal dari Brazil dan di sebarakan melalui Negara Thailand. Tumbuhan ini merupakan salah satu anggota dari Familia Myrtaceae, yang memiliki sekitar 70 spesies yang tersebar di daerah tropis Amerika dan Asia. Di Indonesia tumbuhan ini juga dikenal dengan sebutan jambu batu, jambu klutuk, jambu paraweh, dan lain sebagainya. Beberapa macam/ kultivar jambu biji sebagian dikenal sejak lama di Indonesia, sebagian merupakan introduksi dari negara lain diantaranya jambu biji kristal taiwan, jambu tanjung barat, jambu biji getas merah, jambu australia, jambu sukun, jambu bangkok, dan jambu kristal (Wikipedia Indonesia). Tumbuhan ini memiliki buah yang berwarna hijau dengan daging buah berwarna putih atau merah dan berasa asam-manis, buahnya dikenal mengandung banyak vitamin C. Tumbuhan ini sudah sangat akrab bagi masyarakat Indonesia namun tidak begitu banyak masyarakat yang mengetahui mengenai khasiat dari tumbuhan ini, baik buah maupun daunnya. Oleh karenanya pada tulisan ini diuraikan secara global tentang manfaat yang mengagumkan dari tumbuhan ini.

Berdasarkan beberapa penelitian klinis menunjukkan bahwa daun jambu biji atau DJB (Gambar 1) mengandung sejumlah senyawa penting antara lain: saponin, flavanoid, polifenol, alkaloid, karoten, steroid, kuinon, anti-oksidan, minyak atsiri, tannin, senyawa anti-mutagenik, dan masih banyak lagi lainnya. Terkait sifatnya sebagai anti-oksidan, beberapa uji medis menemukan fakta bahwa DJB jambu biji putih lokal ternyata memiliki kandungan senyawa anti-oksidan yang jauh lebih tinggi ketimbang daun jambu biji berwarna merah.



Gambar 1. Daun jambu biji dari Familia Myrtaceae sebagai sumber biofarmaka potensial

Komponen kimia DJB terdiri dari 6% *fixed oil* dan 0,3% *volatile oil*. Kandungan dari minyak atsiri DJB terdiri dari eugenol dan *malic acid*. Daun mengandung 8-15% tannin, buah mengandung 4,1% sampai 4,35% glycogen, 1,6% sampai 3,4% saccharosa. Akar tumbuhan jambu biji juga kaya dengan tannin (Basim A., dkk., 1994). Secara ilmiah klasifikasi tumbuhan ini dapat dilihat sebagai berikut:

Kingdom	Plantae
Order	Myrtales
Famili	Myrtaceae
Subfamili	Myrtoideae
Genus	<i>Psidium</i>
Spesies	<i>Guajava</i>
Nama ilmiah	<i>Psidium guajava</i> L

Minyak Atsiri Daun *Psidium guajava* (Minyak Guava)

Minyak atsiri daun *P. guajava* diperoleh dengan cara menyuling daun atau destilasi uap. Daun jambu biji yang disuling adalah varietas kristal yang diambil dari perkebunan jambu biji kristal di Bantar Kambing, Bogor. Sebelum disuling, daun dikering anginkan terlebih dahulu hingga diperkirakan mengandung kadar air 13-15 persen. Selanjutnya disuling selama 7 jam di laboratorium HHBK, Pustekolah Bogor. Minyak atsiri yang diperoleh berwarna kuning keemasan bening dengan aroma yang khas dan nyaman. Rendemen minyak yang diperoleh berkisar antara 0,8 hingga 1,2%. Menurut Astika, *dkk.*, (1986). minyak atsiri DJB memiliki nilai indeks bias 1,497; rotasi optik +0,5 dan berat jenis 0,9054 yang masing-masing diukur pada suhu 20°C, 28°C, dan 30°C.

Di pasar internasional, minyak atsiri DJB dikenal juga dengan sebutan minyak guava, mempunyai sifat *gastrointestinal* dan *antispasmodic*, yang umumnya digunakan pada saat komplikasi pada penderita diare akut dan kronis, peradangan, kondisi jamur, serta menghilangkan rasa sakit. Minyak guava ini sangat berguna selama musim dingin dan musim flu. Aromanya yang kompleks, berbau yg berhubungan dengan hutan dan eksotis dengan sedikit almond dapat meredakan dan membuat nyaman penderita. Menurut Van Wyk and M. Wink (2004) dan El-Ahmady *et.al.*, (2007) Sebagian besar minyak ini memiliki relevansi obat dalam mengurangi gejala yang berhubungan dengan infeksi nasofaring, batuk dan hidung tersumbat. Untuk mengetahui kandungan kimia minyak atsiri umumnya dilakukan dengan menggunakan GC (analisis kuantitatif) dan GC-MS (analisis kualitatif). Identifikasi komponen utama dilakukan dengan perbandingan dari kedua waktu retensi GC dan data MS terhadap standar acuan (dengan sumber diketahui) seperti yang dilaporkan sebelumnya oleh Lahlou *et al.*, (2001), dan Lahlou dan Berrada (2003).

Komponen minyak atsiri DJB dianalisis dengan GC-MS secara kualitatif dan kuantitatif. Daunnya mengandung minyak tetap dan minyak atsiri. Daun *P. guajava* mengandung minyak esensial yang kaya cineol, tanin, triterpen, flavonoid, resin, tanin, eugenol, asam mallic, lemak, selulosa, klorofil, garam mineral dan sejumlah zat tetap lainnya (Olajide *et al.*, 1999; Burkill, 1997; Nadkarni dan Nadkarni, 1999). Minyak esensial dengan komponen utama yang menjadi α -pinene, β -pinene, limonene, mentol, terpenyl asetat, isopropil alkohol, longicyclene, the volatil utama β -caryophyllene, (E)-nerolidol (Ogunwande *et al.*, 2003), β -bisabolene, caryophyllene oksida, β -copanene, farnesene, humulene, selinene, cardinene, curcumene (Zhang *et al.*, 1994), α -selinene, capaene, [1AR-(1a α -, 4a α -, 7- α , 7a β -, α -7b)]-, decahydro-1,1,7-trimetil-4-metilen-1H-cycloprop[e] azulene, eucalyptol (Li *et al.*, 1999), α -caryophyllene dan δ -selinene (Sagrero-Nieves *et al.*, 1994). Sampel minyak daun dibuat dari ekstrak pelarut menemukan mentol dan R-terpenyl asetat bersama dengan etanol dan propanol (Osman *et al.*, 1975). Studi awal volatile daun diperiksa konsentrasi terpene dalam minyak guava untuk tujuan chemotaxonomy (Smith dan Siwatibau, 1975). Fraksi atsiri kaya akan senyawa seskuiterpen. Lima puluh tujuh komponen termasuk 27 terpen (atau seskuiterpen) bersama dengan 14 alkohol dan ester 4 diidentifikasi diperoleh dari destilasi air dari daun guava (Pino *et al.*, 2001a) dan empat puluh dua konstituen termasuk 29 terpen hidrokarbon yang diamati di udara-kering dan uap suling minyak daun jambu dari Nigeria (Ogunwande *et al.*, 2003). Di antara terpene limonene, β -caryophyllene, γ -bisabolene dan zingiberene nerolidiol, β -sitosterol, ursolat, crategolic, asam guayavolic, guajavolide dan asam guavenoic bersama dengan asam triterpen oleanolic diisolasi dari daun *Psidium guajava* L. (Pino *et al.*, 2001a; Iwu, 1993; Begum *et al.*, 2002).

Laporan terbaru yang mengkonfirmasi adanya β -caryophyllene, α -pinene dan 1,8-cineole sebagai senyawa utama penting dalam minyak DJB (Chen dan Yen, 2007; Ogunwande *et al.*, 2003). Selain itu, minyak esensial yang kaya cineol dan empat asam triterpenic serta tiga flavonoid; quercetin, yang 3-L-4-4-arabinofuranoside (avicularin) dan 3-L-4-pyranoside dengan aksi antibakteri yang kuat (Bep, 1986). Kami diidentifikasi flavanone-2 2-ena, prenol, dihidro benzophenanthridine dan cryptonine. Keempat senyawa baru yang pertama kali diidentifikasi dari minyak esensial DJB (Joseph dan Priya, 2010). Laporan baru-baru ini

diidentifikasi volatil senyawa baru yaitu sulfur, dimetil disulfida, dimetil trisulfide, benzothiazole, 3-mercaptohexanol dan 3-mercaptohexyl asetat. Dua senyawa ini sebelumnya belum pernah dilaporkan sebagai terjadi pada jambu (3-merkapto-hexanol dan 3-mercaptohexyl asetat). Senyawa ini memiliki bau cassis-suka dan dianggap memberikan kontribusi penting terhadap bau jambu biji (Clery dan Hammond, 1998). Lebih lanjut dikemukakan bahwa studi lain menunjukkan bahwa *volatile oil* dari *steam* destilasi DJB yang masih muda menghasilkan rendemen 0,62%.

Efek Farmasi Minyak Atsiri Guava Sebagai Antimikroba

Mekanisme bagaimana minyak atsiri sebagai antimikroba yang kemudian dapat menghambat aktivitas mikroorganisme melibatkan berbagai modus tindakan dan sebagian mungkin karena hidrofobik. Beberapa *skrining* antimikroba telah dilakukan secara selektif oleh peneliti yang berbeda dalam minyak atsiri guava. Sacchetti *et al.* (2005) melaporkan bahwa minyak atsiri guava menunjukkan resistensi yang kuat terhadap *Yarrowia lipolytica* (ragi patogen). Efek antimikroba dari minyak guava diuji terhadap strain *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* dan *Escherichia coli* yang diisolasi dari udang Seabob *Xiphopenaeus kroyeri*. Ekstrak minyak guava menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap *S. aureus* dan *Salmonella* sps. (Goncalves *et al.*, 2008; Joseph *et al.*, 2010), konsentrasi yang lebih tinggi dari senyawa kimia aktif dalam minyak guava menjelaskan tindakan penghambatan yang lebih kuat (Jaiarj *et al.*, 1999; Neto *et al.*, 1994). Baru-baru ini, dilaporkan minyak atsiri guava menunjukkan efek penghambatan terhadap *Bacillus cereus*, *Enterobacter aerogenes*, dan *Pseudomonas fluorescens* (Joseph *et al.*, 2010). Kandungan utama minyak atsiri guava terdiri dari monoterpen, 1,8-cineol, p-cimen dan asetat α -terpenil, sehingga Joseph *et al.*, (2010) mengemukakan bahwa komposisi yang kompleks dari minyak atsiri guava merupakan sumberdaya dan potensi farmakologis yang besar untuk pengembangan obat baru. Terkait dengan sifat farmakologis dari minyak atsiri guava tidak dipungkiri memiliki harga yang cukup mahal di pasar internasional yaitu sekitar Rp.200.000 per 5 ml.

Ekstrak Daun *Psidium guajava*

Sebuah studi dari Southern Yangtze University di China mempelajari tingkat antioksidan dalam DJB, Ekstrak daun jambu biji telah ditemukan mengandung berbagai senyawa fenolik yang dapat bertindak sebagai antioksidan. Hasil analisis menunjukkan bahwa DJB mengandung sejumlah besar senyawa fenolik alami yang dikenal untuk bertindak sebagai antioksidan: asam tanat, asam procatechuic, anid caffeic, asam ferulic, trihidrat rutin, dan quercetin dehidrasi. Disimpulkan bahwa ekstrak DJB menunjukkan aktivitas antioksidan potensial dan ternyata mengkonsumsi ekstrak DJB baik untuk kesehatan (Chen and Yen, 2007).

Ekstrak DJB memiliki anticestodal (Tangpu dan Yadav, 2006), analgesik, sifat anti-inflamasi (Ojewole, 2006), antimikroba (Roy *et al.*, 2006) hepatoprotektif (Chen *et al.*, 2006) dan aktivitas antioksidan (Nair dan Chanda, 2007). Selain itu, ekstrak daun digunakan dalam banyak sediaan farmasi sebagai obat penenang pada penderita batuk. Ekstrak mengandung flavonoid, terutama kuersetin derivatif, yang dihidrolisis dalam tubuh untuk memberikan quercetin aglikon yang bertanggung jawab untuk aktivitas spasmolitik daun (Morales *et al.*, 1994). Quercetin memiliki beberapa tindakan farmakologis, menghambat gerakan usus, mengurangi permeabilitas kapiler dalam rongga perut (Zhang *et al.*, 2003) dan memiliki sifat antioksidan tergantung dosis (Nakamura *et al.*, 2000), aktivitas anti-inflamasi (Havsteen, 1983; Middleton dan Drzewieki, 1984, 1985; Amella *et al.*, 1985; Pearce *et al.*, 1984; Busse *et al.*, 1984; Yoshimoto *et al.*, (1983), aktivitas antivirus dan antitumor (Murray dan Pizzorno, 1999; Mucsi dan Pragai, 1985; Kaul *et al.*, 1985; Farkas *et al.*, 1982; Guttner *et al.*, 1982; Kaneuchi *et al.*, 2003). Banyak penelitian yang dilakukan oleh para ahli ditujukan terutama pada aspek fitokimia dan bioaktivitas minyak atsiri dari *Psidium guajava* L. sebagai potensi agen biologis dan farmakologis. Sehingga diharapkan memberikan informasi perspektif baru tentang potensi penggunaan minyak atsiri DJB.

Tabel 1. Ekstraksi daun jambu batu *Psidium guajava*

<i>P. guajava</i> methanolic extract	MIC (μ g/ml)	MBC/MFC (μ g/ml)
<i>E. coli</i>	0.78	50
<i>S. aureus</i>	25	50
<i>B. subtilis</i>	0.78	>50
<i>C. albicans</i>	12.5	50
<i>A. niger</i>	12.5	>50

Teh Daun Guava

DJB belum terbukti memiliki toksisitas apapun sehingga mengonsumsi teh DJB sangat baik. Cara membuat teh DJB yang biasa digunakan yaitu dengan merebus atau mendidihkan air lalu masukkan DJB biarkan selama 10-20 menit dengan api yang tidak terlalu besar. Selanjutnya bisa dikonsumsi. Cara lain yang dapat dilakukan juga adalah dengan cara mengeringkan DJB terlebih dahulu secara higienis, kemudian diseduh dengan air panas lalu siap diminum. Secara laboratoris teh DJB juga dapat dibuat melalui ekstrak daun, kemudian diseduh dengan air hangat hingga semua ekstrak larut, lalu siap dikonsumsi.

Aspek Biofarmaka

Secara umum berbagai sumber di Indonesia menyebutkan tentang beberapa khasiat DJB antara lain:

1. Sebagai deodorant alami. Daun jambu dapat mengusir bau badan sesegera mungkin. Dengan cara melumatkan DJB lalu oleskan pada ketiak. Bau badan akan hilang seketika. Hal ini telah dilakukan oleh nenek moyang kita sejak dahulu kala, juga telah dibuktikan secara medis.
2. Mengobati penyakit diare. Dengan cara merebus daun sebanyak 30 gram dan tambahkan dengan tepung kurang lebih segenggam tangan. Rebus dengan air sebanyak 1 sampai 2 gelas dan minum air rebusannya di pagi dan sore hari. Jika ingin lebih praktis, bisa langsung mengunyah daun jambu biji muda bersama sedikit garam dan langsung telan. Obat ini secara alami akan membantu mengusir diare.
3. Mengobati penyakit sariawan, 1 genggam DJB direbus bersama air sebanyak 1 liter dan tambahkan juga kulit batang jambu sebatas 1 jari anda. Minum air rebusannya secara teratur dua kali dalam sehari.
4. Mengobati luka dan borok. Untuk menanggulangi kedua hal ini, cukup lumatkan DJB dengan cara dikunyah. Lalu tempelkan pada kulit yang luka.
5. Mengobati ambeien. Dengan cara menghaluskan beberapa helai DJB muda tambah dengan pisang batu. kemudian airnya diambil dan diminum setiap harinya hingga penyakit sembuh.
6. Mengusir kembung. Rebus DJB dengan 2 gelas air. Tambahkan setengah jari kulit dari pulosari dan adas sebanyak 5 butir. Rebus sampai airnya susut menjadi 1 gelas. Minum teratur setiap hari 1 cangkir hingga sembuh.

KESIMPULAN

Penyulingan daun jambu biji varietas kristal perkebunan jambu biji di Bantar Kambing, Bogor, menghasilkan minyak dengan rendemen rata-rata antara 0,8 hingga 1,2 %, dengan nilai indeks bias 1,497; rotasi optik +0,5 dan berat jenis 0,9054. Daun jambu biji bukanlah limbah yang akhirnya dibuang, melainkan sumberdaya tanaman yang sangat bermanfaat. Jika dikelola dengan baik dan terpadu dengan perkebunan jambu biji, tentu akan meningkatkan nilai tambah dan nilai ekonomi dari usaha penanaman jambu biji. Pengolahan daun jambu biji bisa semasa segar ataupun melalui proses pengeringan terlebih dahulu. Diharapkan informasi ini dapat berguna dan menjadi masukan bagi usaha pengelolaan jambu biji.

DAFTAR PUSTAKA

- Astika, D.; Soetarto M; Asep G. S.; Sudana A. 1986. Pemeriksaan Minyak Atsiri dan Asam Fenolat dari Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* Linn., Myrtaceae). Sekolah Farmasi ITB <http://bahan-alam.fa.itb.ac.id>
- B.-E. Van Wyk and M. Wink, Medicinal Plants of the World. 2004. An Illustrated Scientific Guide to Important Medicinal Plants and Their Uses. Timber Press, Portland (2004).
- B. Adorjan and G. Buchbauer. 2010. Biological properties of essential oils: An updated review. *Flavour Fragr. J.*, 25, 407–426 (2010).
- Basim Alsaafeen, N Ato; C. Calimlim; O. Favor; R. M. Fortuno; R Ordonez; S. Santiano; C. Tecson; C. Venzon. 1994. Volatile Oil From Guava Leaves (*Psidium guajava* Linn.) its Antibacterial Property. *PSJ*. Juli Desember.
- Chen and Yen. 2007. Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves," *Food Chemistry* 101 (2007) 686-694.
- F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck and M. Idaomar. 2008. Biological effects of essential oils – A review. *Food Chem. Toxicol.*, 46, 446–475 (2008).
- H.-Y. Chen and G.-C. Yen. 2007. Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves. *Food Chem.*, 101, 686–694 (2007).

- H.-C. Chen, M.-J. Sheu, L.-Y. Lin and C.-M. Wu. 2007. Chemical composition of the leaf essential oil of *Psidium guajava* L. from Taiwan. J. Essent. Oil Res., 19, 345–347 (2007).
- J.D. da Silva, A.I.R. Luz, M.H.L. da Silva, E.H.A. Andrade, M.G.B. Zoghbi and J.G.S. Maia. 2003. Essential oils of the leaves and stems of four *Psidium* spp. Flavour Fragr. J., 18, 240–243 (2003).
- P. Jaiarj, P. Khoohaswan, Y. Wongkrajang, P. Peungvicha, P. Suriyawong, M.L. Saraya and O. Ruangsomboon. 1999. Anticough and antimicrobial activities of *Psidium guajava* Linn. leaf extract. J. Ethnopharmacol., 67, 203–212 (1999).
- S.A. El-Ahmady, N.A. Ayoub, A.N.B. Singab, M.M. Al-Azizi and K.-H. Kubeczka. 2007. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from *Eucalyptus cinerea*, *Callistemon viminalis* and *Calothamnus quadrifidus* (Myrtaceae). Nat. Prod.: Indian J., 3, 23–29
- Sherweit H. El-Ahmady, Mohamed L. Ashoura, B and Michael Winkb. 2013. Chemical composition and anti-inflammatory activity of the essential oils of *Psidium guajava* fruits and leaves. The Journal of Essential Oil Research, 2013. <http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2013.796498>.
- W.K. Oh, C.H. Lee, M.S. Lee, E.Y. Bae, C.B. Sohn, H. Oh, B.Y. Kim and J.S. Ahn. 2005. Antidiabetic effects of extracts from *Psidium guajava*. J. Ethnopharmacol., 96, 411–415 (2005).
- W. Nantitanon and S. Okonogi. 2012. Comparison of antioxidant activity of compounds isolated from guava leaves and a stability study of the most active compound. Drug Discov. Ther., 6, 38–43 (2012).

KARAKTERISTIK KAYU KEMENYAN DURAME

Gunawan Pasaribu

Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (PUSTEKOLAH)
Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan

ABSTRAK

Kemenyan (*Styrax* sp.) merupakan pohon penghasil getah bernilai ekonomis cukup tinggi yang khas propinsi Sumatera Utara. Pohon yang sudah tua (kurang produktif) ditebang oleh masyarakat dan kayunya umumnya digunakan sebagai kayu bakar. Tulisan ini menyajikan tentang karakteristik kemenyan durame (*Styrax benzoin*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ciri anatomi yang khas pada kayu ini berupa adanya saluran interseluler traumatik berukuran besar ditemui pada batas lingkaran tumbuh. Kayu kemenyan durame mempunyai kualitas serat untuk bahan baku pulp dalam kualitas I. Berat jenis kayu ini tergolong kayu berat sedang, sedangkan penyusutannya tergolong tinggi. Secara mekanis, kemenyan durame tergolong kelas kuat III. Jenis kayu ini hanya sesuai untuk konstruksi ringan, mebel dan barang kerajinan. Jenis kayu ini termasuk kelas awet I untuk rayap kayu kering, kelas IV untuk rayap tanah, sehingga yang dalam penggunaannya perlu diawetkan agar umur pakai kayu dapat lebih panjang. Dalam hal keterawetan, kayu kemenyan durame mempunyai sifat keterawetan mudah (I).

Kata kunci: *Styrax benzoin*, anatomi, fisis, mekanis

PENDAHULUAN

Kemenyan merupakan tanaman penghasil getah bernilai ekonomi cukup tinggi yang khas Provinsi Sumatera Utara, khususnya di Kabupaten Tapanuli Utara dan Kabupaten Humbang Hasundutan. Getah kemenyan telah memberi kontribusi ekonomi bagi petani di daerah tersebut dan menjadi komoditas unggulan propinsi Sumatera Utara (Sanudin, dkk., 2010). Penggunaan kemenyan di pasar internasional terutama untuk keperluan industri parfum dan kosmetik. Namun ekspor kemenyan Sumatera hanya dalam bentuk getah.

Pohon kemenyan yang sudah tua, biasanya ditebang dan dijadikan sebagai kayu bakar. Padahal disisi lain, kita mengalami permasalahan kekurangan bahan baku kayu baik dalam hal kualitas dan kuantitasnya, sehingga diperlukan berbagai cara untuk mengatasinya. Salah satu cara yang ditempuh adalah dengan memanfaatkan jenis-jenis kayu yang kurang dikenal untuk pemenuhan kebutuhan akan sumber kayu. Jenis kayu kemenyan memiliki peluang dengan kayu kurang dikenal lainnya untuk dapat dimanfaatkan secara optimal sesuai dengan sifat-sifat yang dimilikinya. Namun, data yang tersedia akan sifat dasar kayu ini masih sangat terbatas, padahal untuk tujuan pemanfaatan kayu secara optimal diperlukan informasi sifat dasar kayunya. Tulisan ini memaparkan informasi ilmiah tentang sifat dasar kemenyan durame (*Styrax benzoin*).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Contoh uji kayu kemenyan diambil dari Desa Selamat, Kec. Purba Tua, Kab. Taput. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Hutan BPK Aek Nauli dan Laboratorium Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pegolahan Hasil Hutan.

Peralatan yang digunakan antara lain gergaji potong dan belah, timbangan, oven, kaliper, pisau mikrotom, cutter, alat foto, vakum tekan, alat pengering, alat kupas kayu lapis, salinometer dan mesin UTM.

Metode

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengamatan, pengukuran dan pengujian langsung di lapangan dan di laboratorium. Data sekunder diperoleh dari kberbagai kajian literatur dan publikasi lainnya.

1. Struktur Anatomi dan Dimensi Serat

Untuk penelitian anatomi, sampel yang digunakan berupa lempengan dari bagian pangkal, tengah dan ujung. Diameter bagian pangkal 27,5 cm; tengah 17,9 cm dan ujung 16,3 cm. Empulur berbentuk bulat dengan diameter rata-rata 2,5 mm. Berdasarkan informasi yang diterima, pohon sudah pernah disadap. Prosedur dalam determinasi struktur anatomi kayu mengikuti IAWA List (Wheeler *et al*, 1989), meliputi pembuatan sediaan maserasi dengan metode Tesoro (1989). Pembuatan sediaan mikrotom menggunakan metode Sass (1961). Penetapan dimensi serat dan perhitungan nilai turunnya dilakukan berdasarkan laporan Silitonga, dkk (1973) dan Priasukmana dan Silitonga (1972), sedangkan kualitas seratnya ditetapkan dengan mengikuti laporan Nurachman dan Siagian (1976).

2. Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis

Pengujian sifat fisis mengikuti Standar DIN-2135 (Anonim, 1975), meliputi kadar air kayu, berat jenis kayu kering udara serta penyusutan arah radial dan tangensial. Pengujian sifat mekanis meliputi keteguhan lentur statis, keteguhan pukul, keteguhan tekan sejajar serat, keteguhan tarik, geser, lentur dan belah, keteguhan tegak lurus serat dan kekerasan. Pengujian tersebut dilakukan pada contoh uji dalam keadaan basah dan kering udara dengan menggunakan mesin penguji merk Shimadzu. Untuk pengujian sifat mekanis, menggunakan metode ASTM D 143-95 (ASTM, 1995). Pengambilan pohon, dolok dan contoh uji dilakukan mengikuti standar tersebut di atas. Adapun contoh uji disiapkan masing-masing sebanyak 3 kali ulangan.

3. Pengujian Sifat Keawetan dan Keterawetan Kayu

Pengujian keawetan terhadap serangga dilakukan secara laboratoris menggunakan organisme perusak kayu sebagai berikut:

- a. Rayap kayu kering : *Cryptotermes cynocephalus* Light.
- b. Rayap tanah : *Coptotermes curvignathus* Holmgren

Sementara Pengujian sifat keterawetan dilakukan dengan metode IUFRO (Smith dan Tamblyn, 1970).

4. Pengujian Sifat Kimia

Analisis komponen kimia kayu dilakukan menurut metode standar sebagai berikut:

- a. Kadar selulosa menurut metode Norman dan Jenkins
- b. Kadar lignin menurut standar ASTM D 1106-56
- c. Pentosan menurut standar TAPPI T 223-OS-71
- d. Kadar abu menurut standar ASTM D 1102-56
- e. Kadar silika menurut standar TAPPI T 245-OS-70
- f. Kelarutan dalam alkohol benzena menurut standar ASTM D 1107-56
- g. Kelarutan dalam air dingin dan panas menurut standar ASTM D 1110-56
- h. Kelarutan dalam NaOH 1% menurut standar ASTM D 1109-56

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Anatomi dan Dimensi Serat

1). Ciri umum

Warna	: coklat muda kemerahan; belum/tidak ada perbedaan warna antara kayu teras dan gubal.
Corak	: polos, namun dari penampang melintang lingkaran tumbuh nampak jelas terlihat, dan jari-jari tampak seperti garis tipis terputus-putus, semakin ke ujung semakin jelas.
Tekstur	: halus dan rata.
Arah serat	: lurus hingga agak berpadu.
Kilap	: mengkilap.
Kesan raba	: licin.
Kekerasan	: agak keras.
Bau	: tidak ada bau khusus.

2). Ciri anatomi

Lingkar tumbuh: batas lingkaran tumbuh (agak) jelas, ditandai dengan massa serabut yang ketebalannya berbeda dan menggepeng secara radial (ciri 1 dan 2).

Pori: pori tata baur (ciri 5), pengelompokan pembuluh soliter dan bergabung radial 2-4 (5), ditemui juga gabungan radial pembuluh yang berganda (Gambar 3). Bidang perforasi bentuk sederhana dan bentuk tangga sampai 10 palang (3-6 palang), serta ditemui pula bentuk yang kompleks, perpaduan antara bentuk tangga dan jala (Gambar 6)- ciri 13, 14, 15 dan 19). Ceruk antar pembuluh selang-seling (ciri 22); percerukan antara pembuluh dan jari-jari dengan halaman yang tegas, serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh (ciri 30). Diameter lumen pembuluh 87-229 μm , rata-rata $156,38 \pm 24,03 \mu\text{m}$ (ciri 42); panjang pembuluh 352-1.653 μm , rata-rata $1032,34 \pm 262,75 \mu\text{m}$; tidak ada tilosis maupun endapan.

Parenkim: parenkim aksial tidak ada atau sangat jarang hingga apotrakea tersebar dan tersebar dalam kelompok (ciri 75-77); panjang untai 5-8 sel per-untai (ciri 93).

Jari-jari: lebar jari-jari 1-3 seri (ciri 97); komposisi sel jari-jari seluruhnya sel bujursangkar atau sel tegak (sampai dengan kurang lebih 13 lajur), serta tubuh jari-jari sel baring dengan 2 sampai > 4 jalur sel tegak atau bujur sangkar marginal, terkadang hingga 6-7 sel tegak/sel bujur sangkar marginal (ciri 5) 105, 107 dan 108). Untuk tipe kedua, komposisi sel jari-jari adalah di bagian dalam tubuh sel jari-jari baring, kemudian diikuti sel semi baring di sebelah luarnya, dan pada sel jari-jari bagian luar (sel marginal) sepenuhnya sel tegak/sel bujursangkar.

Serabut: serabut bersekat dan serabut tanpa sekat dijumpai (ciri 65 dan 66), serabut memiliki ceruk halaman yang jelas; serta ceruk umum pada dinding radial dan tangensial (ciri 62-63). Dinding serabut tipis sampai tebal (ciri 69), tebal dinding serabut 1-4 μm , rata-rata $2,48 \pm 2,55 \mu\text{m}$; diameter sel serabut 27-65 μm , rata-rata $35,87 \pm 5,60 \mu\text{m}$; diameter lumen serabut 22-58 μm , rata-rata $30,91 \pm 5,00 \mu\text{m}$; dan panjang serabut 1.960-3.714 μm , rata-rata $2.901,68 \pm 206,92 \mu\text{m}$ (ciri 73).

Saluran interseluler: saluran interseluler traumatik berukuran besar ditemui pada batas lingkaran tumbuh (ciri 131). Struktur ini menunjukkan bahwa kayu kemenyan yang diteliti telah disadap.

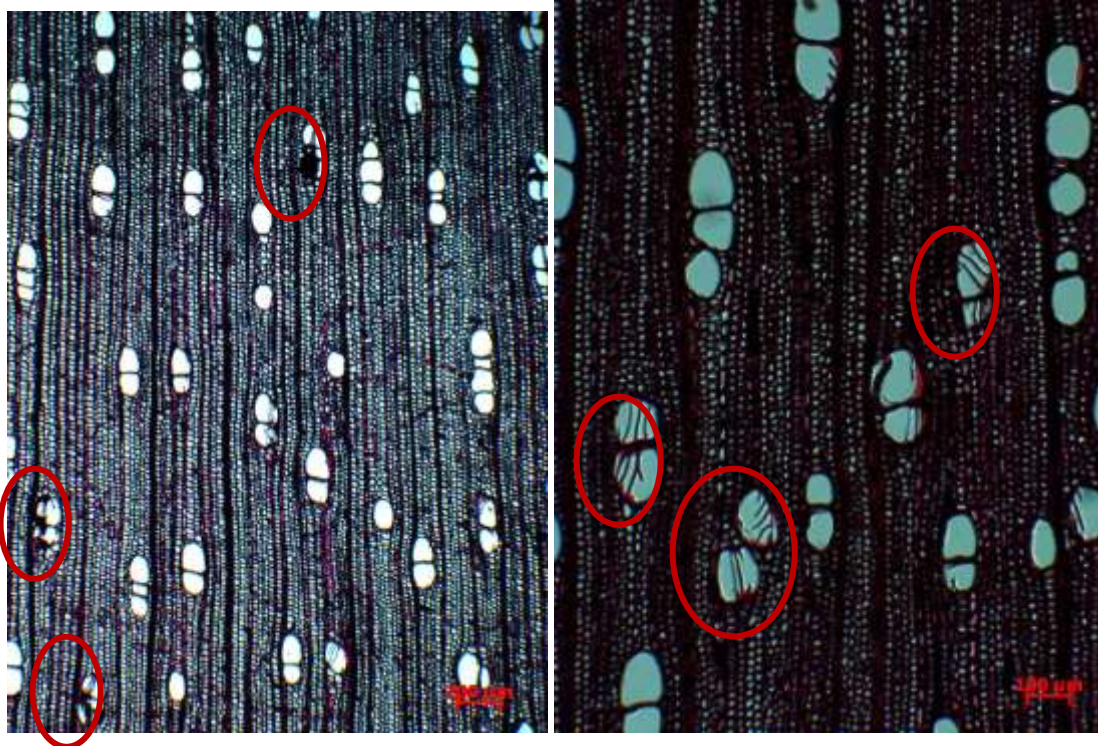
Inklusi mineral: kristal prisma dijumpai dalam serabut dan parenkim aksial berbilik (ciri 136, 142, 143).



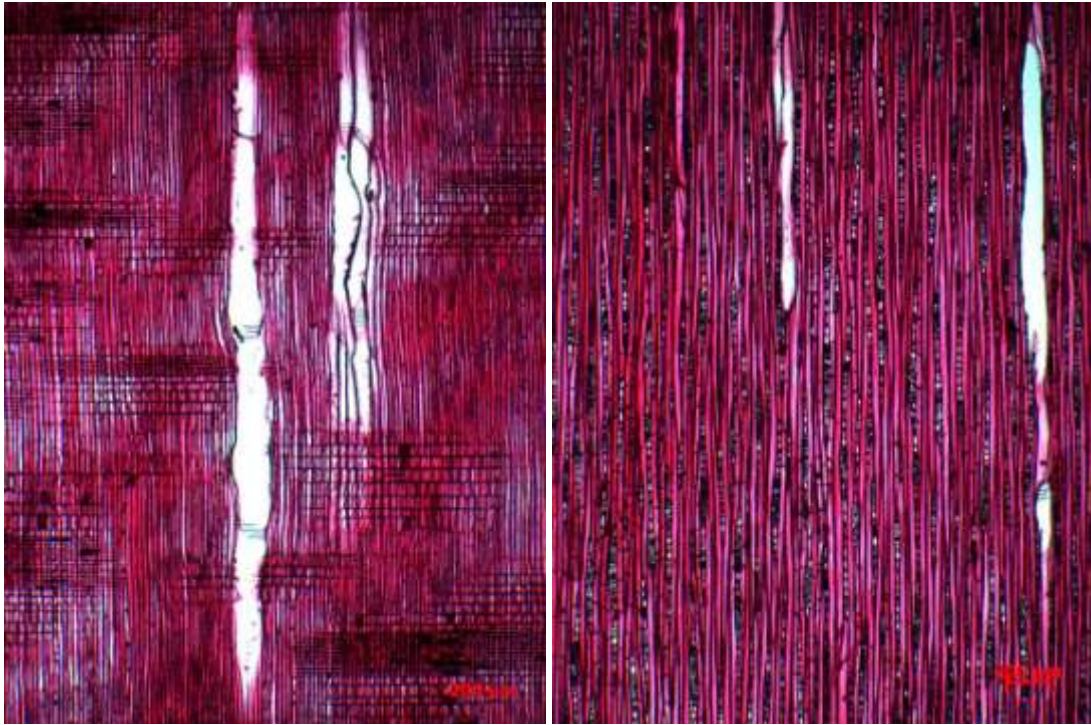
Gambar 1. Lempengan kayu *S. benzoin* untuk bahan penelitian



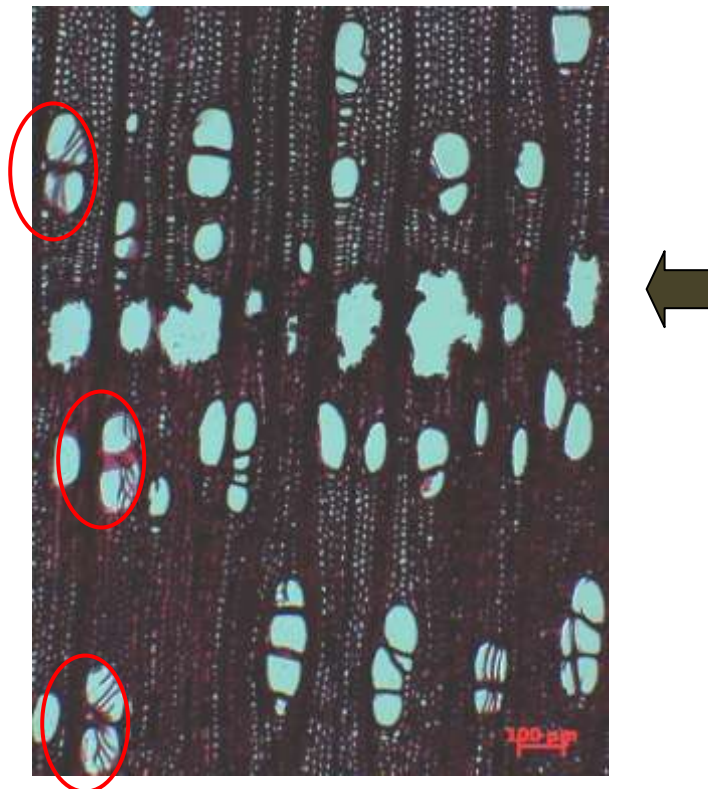
Gambar 2. Penampang longitudinal kayu *S. benzoin*. Kerusakan akibat penyadapan



Gambar 3. Penampang melintang kayu *S. benzoin*, terdapat bentuk pembuluh bergabung radial yang berganda, serta bidang perforasi bentuk tangga (dalam lingkaran)



Gambar 4. Penampang radial (kiri) dan penampang tangensial (kanan) kayu *S. Benzoin*



Gambar 5. Saluran interseluler traumatis (tanda panah) serta bidang perforasi bentuk tangga atau bentuk tangga yang kompleks (dalam lingkaran) yang dilihat dari penampang melintang kayu *S. benzoin*



Gambar 6. Bidang perforasi bentuk jala dan bidang perforasi bentuk tangga yang kompleks dengan bentuk jala dilihat dari bidang radial. Struktur ini sering dijumpai pada kayu dengan bidang perforasi bentuk tangga (Wheeler *et al.* 1989)

Serat kayu *Styrax benzoin* memiliki panjang 1747.90μ , diameter 35.86μ , diameter lumen 30.91μ , tebal dinding 2.48μ . Sementara itu panjang pembuluh 1032.34μ dan diameter pembuluh 156.38μ . Untuk nilai turunan serat adalah sebagai berikut: bilangan runkel 0.16, daya tenun 48.74, perbandingan fleksibilitas 0.86, koefisien kekakuan 0.07 dan perbandingan muhlstep 25.70. Dari nilai-nilai ini, kayu *Styrax benzoin* termasuk dalam kelas kualitas I untuk penggunaan sebagai pulp dan kertas.

Sifat Fisik dan Mekanik

Hasil penelitian sifat fisis kayu yang meliputi kadar air, berat jenis dan penyusutan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar air, berat jenis dan penyusutan kayu kemenyan

Bagian pohon	Kadar air,%	Berat jenis	Penyusutan,%	
			Radial	Tangensial
Pangkal	34.14	0.54	3.65	4.30
Tengah	26.40	0.52	6.19	7.93
Ujung	32.91	0.58	6.18	5.77
Rata-rata	31.15	0.55	5.34	6.00

Kadar air basah kemenyan durame yang diuji berkisar antara 26.40% - 34,14%. Berat jenis berada pada kisaran 0.52 – 0.58. Adapun penyusutannya yang cukup tinggi mengindikasikan adanya tegangan dalam yang lebih tinggi. Kondisi penyusutan yang lebih besar berpengaruh pada kemungkinan cacat kayu yang lebih besar dalam pengolahannya.

Hasil penelitian sifat mekanis kayu diantaranya keteguhan lentur statik berupa MPL, MOE dan MOR berturut-turut adalah 389.58 kg/cm^2 , 77481.68 kg/cm^2 dan 528.64 kg/cm^2 . Sementara itu, keteguhan tekan sejajar serat sebesar 135.44 kg/cm^2 dan tegak lurus serat sebesar 65.53 kg/cm^2 . Nilai keteguhan geser pada bidang radial sebesar 84.94 kg/cm^2 dan tangensial sebesar 82.11 kg/cm^2 . Besaran kekerasan kayu pada bagian ujung, sisi radian dan sisi tangensial, berturut turut adalah 350.01 kg/cm^2 , 268.69 kg/cm^2 , dan 266.75 kg/cm^2 . Berdasarkan informasi sifat mekanis tersebut, terlihat bahwa kayu kemenyan durame tergolong kelas kuat III. Kayu kelompok ini dapat digunakan konstruksi ringan, mebel barang kerajinan atau untuk penggunaan yang tidak mensyaratkan kekuatan tinggi. Kekuatannya setara dengan meranti merah yang telah lazim digunakan untuk kontruksi.

Sifat Keawetan dan Keterawetan Kayu

1. Sifat Keawetan

Hasil pengujian terhadap rayap tanah (*Coptotermes curvignathus*) menunjukkan bahwa persentase pengurangan berat sebesar 11.98%, jumlah rayap yang hidup (natalitas) 82.5%, derajat serangan sebesar 52 sehingga termasuk pada kelas ketahanan IV. Sementara pengujian pada rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*) menunjukkan persentase pengurangan berat sebesar 1.54%, jumlah rayap kayu kering (Natalitas) yang hidup sebesar 53.2%, derajat serangan sebesar 70, sehingga tergolong dalam kelas ketahanan I.

2. Sifat Keterawetan

Retensi dan penetrasi bahan pengawet CCB pada kayu kemenyan durame berturut-turut adalah 21,85 kg/m³ dan 100%. Nilai ini menunjukkan bahwa kayu kemenyan durame mempunyai sifat keterawetan mudah (I).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kayu kemenyan durame mempunyai kualitas serat sebagai bahan baku pulp termasuk kualitas I. Berat jenis kayu ini tergolong kayu berat sedang, sedangkan penyusutannya tinggi. Secara mekanis, kemenyan durame tergolong kelas kuat III. Jenis kayu ini hanya sesuai untuk konstruksi ringan, mebel dan barang kerajinan.

Jenis kayu ini termasuk kelas awet I untuk rayap kayu kering, kelas IV untuk rayap tanah, maka yang dalam penggunaannya perlu diawetkan agar umur pakai kayu dapat lebih panjang. Kayu kemenyan durame mempunyai sifat keterawetan mudah (I).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A.J. dan S. Karnasudirdja. 1982. Sifat pemesinan kayu-kayu Indonesia. Laporan No. 160. Balai Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Anonim, 1974. Standard method of conducting machining tests of wood and wood-base materials. Annual Book of ASTM. Philadelphia.
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1985. Forest products and wood science. Fourth ed. Ames. Iowa. The Iowa State University Press.
- Karnasudirdja, S., K. Sofyan, dan R. Kusumodiwiryo. 1974. Pedoman pengujian sifat fisik dan mekanik kayu. Publikasi Khusus No. 20. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Mandang, Y.I. 1997. Seri manual : Pedoman identifikasi jenis kayu di lapangan. Prosea Network Office. Yayasan Prosea Bogor.
- Matawijaya, I. Kartasujana, K.Kadir dan S.A. Prawira. 1989. Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Bogor
- Sass, J. E. 1958. Botanical mikroteknique 3rd ed. The Iowa State University Press, Ames IOWA. Iowa 227 pp.

KOMPOSISI SENYAWA FENOLIK, FITOKIMIA DAN AKTIFITAS ANTIOKSIDAN KAYU BIDARA LAUT (*Strychnos ligustrina* Blume)

Totok K Waluyo

Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jalan Gunung Batu No. 5. Bogor
Email:waluyo60@yahoo.com

ABSTRAK

Kayu bidara laut (*Strychnos ligustrina* Blume) oleh sebagian masyarakat Nusa Tenggara Barat (NTB) diyakini berkhasiat obat. Cara pemanfaatannya dengan membentuk kayu tersebut berbentuk mangkuk/wadah minum dan digunakan tempat minum sehari-hari. Tujuan penelitian ini untuk menentukan komposisi total fenol dengan metode *Folin-Ciocalteu*, analisis senyawa bioaktif dengan kromatografi gas-spektrometer massa (GCMS) dan aktivitas antioksidan ekstrak kayu bidara laut. Aktivitas antioksidan ditentukan menggunakan metode 1,1-difenil-2-pikril-hidrazil (DPPH). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagian kayu bidara laut mengandung total fenol sebesar 1936.844 mg kg⁻¹ sampel kering dengan komponen utama senyawa fenolik striknin sebanyak 3.10 % (RT 40.52), 1,2,3-benzenatriol sebanyak 2.66% (RT 10.77), loganin aglikon sebanyak 2.44% (RT 31.96), dan asam-3-hidroksi-4-metoksibenzoat sebanyak 1.67% (RT 12.41). Ekstrak metanol kayu memiliki aktifitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ 148.41 mg L⁻¹. Aktifitas antioksidan kayu akan semakin tinggi seiring meningkatnya kandungan total fenol. Disamping itu juga karena mengandung senyawa-senyawa golongan flavonoid, tanin

Kata kunci: Kayu bidara laut, senyawa fenolik, DPPH, IC₅₀, antioksidan.

PENDAHULUAN

Tanaman bidara laut (*Strychnos ligustrina* Blume) sinonim (*Strychnos lucida* R.Br.) banyak tumbuh dan merupakan pohon endemik di Nusa Tenggara Barat (NTB). Di provinsi NTB tanaman songga tumbuh dominan di kawasan hutan Kabupaten Dompu dan Bima. Masyarakat di dua kabupaten tersebut sudah lama memanfaatkan keberadaan songga untuk mengobati beberapa penyakit. Pemanfaatan songga sebagai obat merupakan warisan nenek moyang mereka. Salah satu bagian tanaman songga yang dimanfaatkan sebagai obat adalah kayunya. Hal ini dapat digambarkan bahwa masyarakat NTB mulai menjual kayu songga ke konsumen di luar NTB sebagai bahan baku obat sejak tahun 2000an (Sasmuko, 2007)

Kegunaan tanaman songga dan diyakini oleh masyarakat NTB bahwa tanaman tersebut dapat mengobati/menyembuhkan berbagai penyakit seperti obat kencing manis, darah tinggi, malaria, kanker, dan lain-lain. (Edinur, *et.al.*, 1979; Usia, *et.al.*, 2006; Mustarichie, *et.al.*, 2011). Salah satu cara memanfaatkan kayu songga sebagai obat dengan cara kayu dibuat menjadi bentuk mangkok/gelas/wadah minum dan digunakan untuk minum sehari-hari (Gambar 1.) Dengan menggunakan wadah minum dari kayu songga diharapkan ada senyawa-senyawa yang larut dalam minuman tersebut yang bermanfaat untuk kesembuhan suatu penyakit.



Gambar 1. Wadah minum dari kayu songga

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui senyawa fenolik dan aktifitas antioksidan ekstrak kayu songga sehingga dapat dipastikan kebenaran manfaat kayu songga sebagai penyembuh penyakit (obat) yang selama ini dimanfaatkan oleh masyarakat NTB khususnya masyarakat Dompu dan Bima.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah kayu pohon bidara laut ukuran 40 mesh dari daerah Bima, Nusa Tenggara Barat, DPPH, metanol p.a, BHT, akuabides, asam galat, reagen Folin-Ciocalteu, Na_2CO_3 , *n*-heksana, dan etanol. Selain itu, digunakan pula pereaksi Meyer, Dragendorf, Wagner, dan Lieberman-Buchard.

Alat-alat yang digunakan adalah alat distilasi, peralatan kaca yang lazim di laboratorium, radas ekstraksi, wadah pengembang, penguap putar, botol uji (vial), neraca analitik, spektrofotometer UV Beckman DU-700, dan instrumen GCMS (*Agilent Technologies*).

Metode

1. Kadar Air

Sampel sebanyak 3 g ditimbang ke dalam cawan yang telah diketahui bobot keringnya, kemudian dipanaskan pada suhu 105 °C selama 3 jam. Setelah didinginkan dalam eksikator, cawan yang berisi sampel ditimbang. Pemanasan dan penimbangan dilakukan berulang kali sampai diperoleh bobot tetap (stabil).

2. Ekstraksi

100 gram serbuk kayu bidara laut diekstraksi berturut-turut menggunakan pelarut metanol, metanol:air (1:1), dan air pada suhu 80 °C selama 8 jam. Ekstraksi dilakukan dua kali, kemudian ekstrak dipekatkan menggunakan *Rotary Evaporator RE*), selanjutnya ekstrak diuji fitokimia dan aktivitas antioksidan. Ekstrak yang memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi dipartisi dengan *n*-heksana hingga lapisan *n*-heksana tidak berwarna dari warna semula. Ekstrak hasil partisi dipekatkan dengan penguap putar untuk selanjutnya dianalisis menggunakan instrumen GCMS.

3. Kandungan Total Fenol

Kandungan total fenol ditentukan dengan menggunakan metode Folin-Ciocalteu.

4. Analisis Senyawa

Senyawa bioaktif ekstrak metanol kayu hasil partisi dianalisis dengan GCMS menggunakan metode ionisasi *Electron Impact* pada GC yang digabung dengan MS 6890N; kolom kapiler HP-5MS (60×0.25 mm; suhu kolom 70 °C (44.67 menit) hingga 290 °C pada laju 15 °C/menit; gas pembawa helium pada tekanan tetap 18.39 psi.

5. Uji Fitokimia

Uji fitokimia untuk mengetahui kelompok senyawa yang terkandung dalam ekstrak kayu bidara laut seperti alkaloid, saponin, fenol, steroid, triterpenoid, flavonoid dan tanin. Metode yang digunakan mengikuti metode yang dikembangkan oleh Harborne (1984) dan Xu, *et.al.*, (2012).

6. Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode 1,1-difenil-2-pikril-hidrazil (Xu, *et.al.*, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Salah satu manfaat mengetahui kadar air adalah kaitannya dengan penyimpanan simplisia. Kadar air simplisia cukup tinggi maka akan mudah terserang mikroba. Hasil pengukuran kadar air kayu bidara laut 9.12%, hal ini cukup rendah dan dapat disimpan cukup lama karena menurut Winarno (1997), suatu bahan berada dalam keadaan yang stabil dan pertumbuhan mikrob dapat dikurangi jika bahan tersebut mempunyai kadar air kurang dari 10%.

Ekstraksi

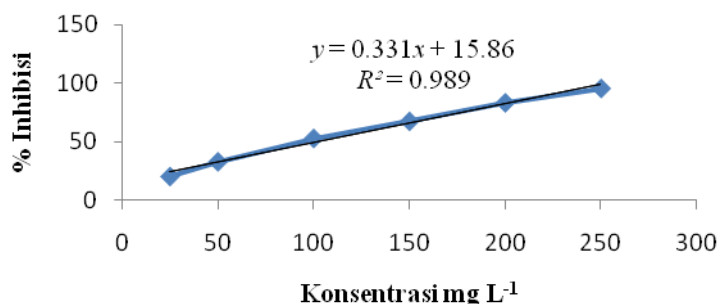
Ekstraksi menggunakan pelarut dengan perbedaan kepolaran, yaitu metanol, metanol:air, dan air. Metode ekstraksi menggunakan bantuan pemanasan (refluks) dengan suhu 80 °C. Metode ini digunakan karena rendemen yang dihasilkan cukup besar dan tidak membutuhkan banyak pelarut. Selain itu, sampel yang digunakan memiliki sifat tahan panas sebagaimana dapat dilihat dari morfologi simplisia yang rigid yaitu berupa kayu. Rendemen ekstrak terbesar terdapat pada ekstrak dengan pelarut metanol : air yaitu 2,71%, sedangkan rendemen ekstrak terkecil dengan pelarut air yaitu 2,10% (Tabel 1.)

Tabel 1. Rendemen ekstrak dan aktifitas antioksidan

Bagian Pohon	Pelarut Ekstrak	IC ₅₀ (mg L ⁻¹)	Rendemen (%)
Kayu	MeOH	148.41	2.62
	MeOH:Air	443.87	2.71
	Air	690.96	2.10
BHT		10.86	

Kandungan Total Fenol

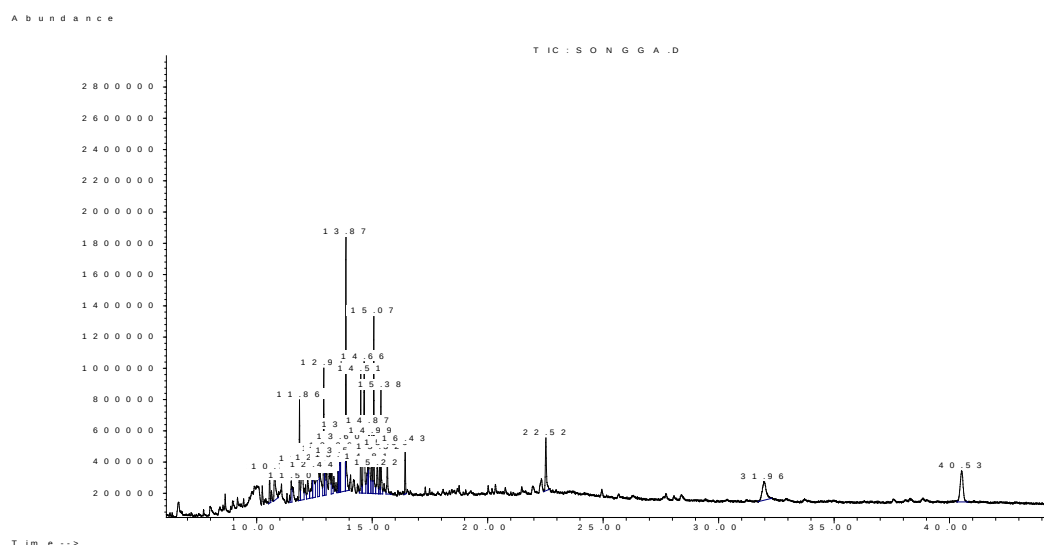
Penentuan kandungan total fenol pada ekstrak metanol kayu bidara laut menggunakan metode Folin-Ciocalteu dan asam galat sebagai larutan standar. Kurva kalibrasi larutan standar dibuat dengan deret konsentrasi 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 mg L⁻¹. Dari deret konsentrasi larutan standar diperoleh persamaan regresi $y = 0.0241 + 0.0107x$ dengan $R^2 = 0.99946$. Nilai R^2 yang mendekati 1 membuktikan bahwa persamaan regresi tersebut adalah linear. Konsentrasi larutan sampel diperoleh dengan menggunakan kurva kalibrasi dengan cara mengukur absorbans sampel, lalu kandungan total fenol ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi linear. Kandungan total fenol dalam ekstrak metanol, metanol:air, dan air kayu bidara laut berturut-turut ialah 1936.844, 1874.051, dan 829.437 mg kg⁻¹ sampel kering.



Gambar 1. Hubungan antara konsentrasi larutan standar dengan inhibisi

Komposisi Senyawa

Hasil analisis komponen senyawa dengan GCMS terhadap ekstrak metanol kayu bidara laut hasil partisi memberikan kromatogram dengan 31 senyawa. Empat komponen utama adalah striknin sebanyak 3.10 % (RT 40.52), 1,2,3-benzenatriol sebanyak 2.66% (RT 10.77), loganin aglikon sebanyak 2.44% (RT 31.96), dan asam-3-hidroksi-4-metoksibenzoat sebanyak 1.67% (RT 12.41). Komponen senyawa minor lainnya dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.) Senyawa-senyawa tersebut diperoleh berdasarkan *database* GCMS dengan menggunakan Wiley7n.1 dengan nilai *quality* atau kedekatan dengan *database* di atas 90%. Dari adanya senyawa fenolik pada ekstrak metanol kayu bidara laut hasil partisi, diduga ekstrak tersebut berpotensi kuat sebagai antioksidan.



Gambar 2. Kromatogram ekstrak metanol kayu bidara laut

Tabel 2. Komponen senyawa ekstrak metanol kayu bidara laut

RT	% area	Senyawa	RT	% area	Senyawa
0.56	1.07	2,6-dimetoksifenol	13.82	1.77	Asam-4-hidroksi-3-metoksibenzenasetat
10,77	2.66	1,2,3-benzenatriol	13.87	6.34	Karbofuran-3-hidroksi-7-fenol
11.50	0.81	Eugenol	14.50	2.42	(sikloheks-2-en-1-il)amina
11.86	2.02	2-en-1-aminasikloheksana	14.66	5.54	Piridina
11.97	2.70	D-alosa	14.81	0.87	3-florofenilmetilkarbinol
12.21	1.48	2-metoksi-4-propilfenol	14.87	2.87	Asam-4-floro-3-metoksibenzoat
12.41	1.63	Asam-3-hidroksimetoksibenzoat	14.99	1.83	3,7-dimetil-6-nona-1-ol
12.45	1.96	Benzaldehida	15.07	3.75	1,2,3-trimetil-2-metoksipropanatrikarboksilat
12.68	2.17	3-metil-1-benzo(b)tiopena	15.22	1.34	Asam heksadekanoat
12.91	3.17	Asam heksanoat	15.32	0.86	3,6,6-trimetil-2-norpinanol
12.96	1.69	Asam palmitat	15.38	2.29	(3R)-3-okso-2,2,4-trimetilsikloheksana
13.25	1.40	1,3,5,7-siklooktatetraena	15.66	1.26	4-etoksi-2,5-dimetilbenzaldehida
13.53	0.91	4,5-dimetoksi-2-(propenil)fenol	16.43	0.30	N-formil-4,5-dimetil-2-nitrofenilamina
13.56	0.87	Asam benzenasetat	22.52	1.98	Androst-5,16-diena-3-ol
13.60	1.87	Asam isotiosianat	31.96	2.44	Loganin aglikon
			40.53	3,10	Striknin
12.45	1.96	Benzaldehida	15.07	3.75	1,2,3-trimetil-2-metoksipropanatrikarboksilat

Fitokimia

Hasil uji fitokimia pada pohon bidara laut terdapat pada Tabel 3. Diketahui bahwa pada bagian kayur terdapat senyawa golongan flavonoid, fenol, dan tanin, baik pada ekstrak metanol, maupun ekstrak metanol:air, dan air. Adanya senyawa golongan flavonoid, fenol, dan tanin pada tiap ekstrak pohon bidara laut menunjukkan bahwa pohon bidara laut berpotensi sebagai antioksidan. Menurut Taran *et al.* (2010), sebagian besar antioksidan alami berasal dari tanaman, antara lain berupa senyawaan tokoferol, karetenoid, asam askorbat, fenol, dan flavonoid. Tanin dan flavonoid dapat berfungsi sebagai antioksidan (Ciddi & Kaleab, 2005).

Tabel 3. Uji fitokimia ekstrak kayu bidara laut

Golongan senyawa kimia	Kayu bidara laut		
	Ekstrak metanol	Ekstrak metanol:air	Ekstrak air
Alkaloid	+	+	+
Fenol	+	+	+
Flavonoid	+	+	+
Saponin	-	-	-
Steroid	+	-	-
Tanin	+	+	+
Triterpenoid	+	-	-

Keterangan : (+) menunjukkan adanya warna, (-) menunjukkan tidak ada warna.

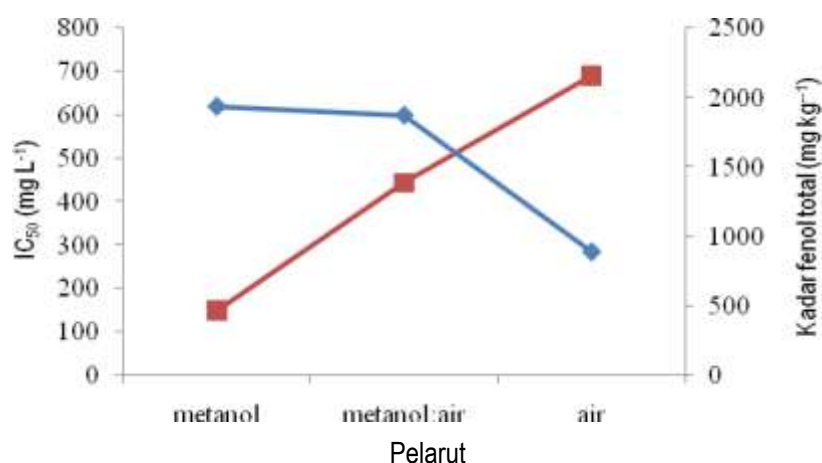
Aktifitas Antioksidan

Metode aktifitas antioksidan menggunakan metode 1,1-difenil-2-pikril-hidrazil (DPPH), hal ini dikarenakan metode ini sederhana, mudah, dan menggunakan sampel dalam jumlah sedikit dengan waktu yang singkat (Hanani *et al.* 2005). Pengukuran aktivitas antioksidan sampel dilakukan dengan spektrofotometer UV-tampak pada panjang gelombang 515.5 nm yang merupakan panjang gelombang maksimum DPPH dengan konsentrasi 0.004% (b/v). Adanya aktivitas antioksidan dari sampel mengakibatkan perubahan warna larutan DPPH yang semula berwarna violet menjadi kuning pucat (Permana *et al.* 2003). Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai IC_{50} , yaitu konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH.

Kayu dari pohon bidara laut berpotensi sebagai antioksidan (Tabel 1). Ekstrak metanol kayu bidara laut memiliki nilai IC_{50} 148 mg L⁻¹. Menurut Blouis (1958), suatu bahan dapat berpotensi sebagai antioksidan yang kuat jika memiliki nilai IC_{50} kurang dari 200 mg L⁻¹.

Nilai IC_{50} ekstrak metanol setelah dipartisi dengan *n*-heksana lebih kecil dibandingkan dengan ekstrak metanol kasar kayu, yaitu 103.14 mg L⁻¹. Meskipun terdapat peningkatan aktivitas antioksidan, nilainya masih lebih kecil daripada BHT sebagai kontrol positif yang memiliki nilai IC_{50} 10.86 mg L⁻¹. Semakin kecil nilai IC_{50} -nya menunjukkan semakin besar aktivitas antioksidannya (Molyneux 2004).

Hubungan aktivitas antioksidan terhadap kandungan total fenol ditunjukkan pada Gambar 3. Aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan total fenol pada kayu bidara laut. Menurut Kazutaka *et al.* (2009), kandungan total fenol meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas antioksidan. Senyawa fenolik mampu menangkap radikal bebas dengan cara memberikan atom hidrogen pada radikal bebas sehingga menghasilkan radikal bebas yang stabil. Senyawa fenolik memiliki sifat biologis yang berhubungan erat dengan aktivitas antioksidan (Pool-Zobel *et al.* 1999 dan Smith *et al.* 2000). Faktor-faktor yang memengaruhi ekstraksi senyawa fenolik, yaitu metode ekstraksi yang digunakan, pelarut ekstrak, banyaknya sampel, waktu ekstraksi, dan kondisi penyimpanan sampel (Cao & Prior 1990).



Gambar 3. Hubungan antara aktivitas antioksidan terhadap kandungan total fenol.

KESIMPULAN

Hasil uji fitokimia, ekstrak metanol kayu mengandung senyawa golongan alkaloid, fenol, flavonoid, steroid, tanin dan triterpenoid. Adanya senyawa flavonoid, fenol dan tanin pada kayu bidara laut yang menyebabkan kayu mempunyai sifat aktifitas antioksidan.

Kayu bidara laut (*Strychnos ligustrina* Blume) memiliki aktifitas antikosidan yang ditandai dengan ekstrak metanol kayu mempunyai nilai IC₅₀ 148.41 mg L⁻¹ dan nilai IC₅₀ ekstrak metanol kayu hasil partisi 103.14 mg L⁻¹. Kadar total fenol pada ekstrak ini adalah 1936.844 mg kg⁻¹ sampel kering. Aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan total fenol pada kayu bidara laut.

Hasil analisis senyawa dengan GCMS terdapat empat komponen utama yaitu striknin sebanyak 3.10 % (RT 40.52), 1,2,3-benzenatriol sebanyak 2.66% (RT 10.77), loganin aglikon sebanyak 2.44% (RT 31.96), dan asam-3-hidroksi-4-metoksibenzoat sebanyak 1.67% (RT 12.41).

DAFTAR PUSTAKA

- Blouis MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cao G, Prior R. 1990. Measurements of oxygen radical absorbance capacity in biological samples. *Methods in Enzymol* 299:50-63
- Ciddi V, Kaleab A. 2005. Antioxidants of plant origin. *J Nat. Prod* 21:3-17
- Edinur, Kosasih P, Hoyaranda E. 1979. Efek perasan *Averrhoa carambola* Linn., infus kayu *Strychnos ligustrina* Bl. 10%, infus daun *Persea americana* Mill.10%, infus daun *Barleria dichotoma* Roxb.10%, infus daun *Symphytum* ssp. 10% terhadap tekanan darah tikus. [skripsi]. Fakultas Farmasi, Institut Teknologi Bandung.
- Hanani *et al.* 2005. Identifikasi senyawa antioksidan dalam spons *Callysongia* sp dari Kepulauan Seribu. *Maj Ilmu Kefarmasian* 2:127-133
- Harborne, J.B. 1984. Metode Fitokimia : penuntun cara modern menganalisis tumbuhan oleh J.B. Harborne, diterjemahkan oleh Padmawinata dan iwang Soediro. ITB, Bandung.
- Kazutaka I, Tachibana S, Arthur R. 2009. *In vitro* antioxidative activities and polyphenol content of *Eugenia polyantha* weight grown in Indonesia. *Pakistan J Biol Sci* 12:1564-1570
- Molyneux P. 2004. The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J Sci Technol* 26:211-219
- Mustarichie, R.; Z. Udin; J. Levita; I. Musfiroh and I. Zulfricar. 2011. Activity of leaf extracts of *Coix lachryma* Linn. and *Asparagus cochinchinensis* Linn. as breast anticancer drugs. *Medical and Health Science Journal* 9:47-57
- Pool-Zobel B, Bub A, Schroeder N, Rechkemmer G. 1999. Anthocyanins are potent antioxidants in model systems but do not reduce endogenous oxidative DNA damage in human colon cells. *Eur J Nutr* 38:227-234

- Sasmuko, S.A. 2007. Pengembangan Songga sebagai Hasil Hutan Bukan Kayu Unggulan Lokal Nusa Tenggara Barat. *Buletin Hasil Hutan* 17(2):71-79
- Smith M *et al.* 2000. Bioactive properties of wild blueberry fruits. *J Food Sci* 65:352-356
- Taran M, Rezazadeh S, Khanahmadi M. 2010. *In vitro* antimicrobial and antioxidant properties of *Smyrniurn cordifolium* boiss. (Umbelliferae) extract. *Asian J Plant Sc* 9:99-103
- Usia, T.; H. Iwata; A. Hiratsuka; T. Watabe; S. Kadota; Y. Tezuka. 2006. CYP3A4 and CYP2D6 inhibitory activities of Indonesian medicinal plants. *Phytomedicine* 13: 67-73
- Winarno FG. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia.
- Xu, Z. and L.R. Howard. 2012. *Analysis of Antioxidant-Rich Phytochemicals*. John Wiley and Sons Ltd. UK.

ANALISIS KOMPONEN KIMIA SUKUN (*Artocarpus communis*) DAN POTENSI PEMANFAATANNYA

R. Esa Pangersa G, Zulnely dan Gunawan Pasaribu

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610 Telp. 0251-8633378, Fax. 0251-8699413
E-mail : resapangersag@gmail.com ; gun_pa1000@yahoo.com

ABSTRAK

Pohon sukun mempunyai banyak kegunaan, namun baru bagian buahnya saja yang telah dimanfaatkan secara luas. Bagian pohon lain seperti daun, kulit dan getah belum banyak disentuh penelitian. Penelitian ini bertujuan menganalisis komponen kimia kulit, daun, dan kayu dan kulit buah sukun serta kemungkinan pemanfaatannya. Komponen kimia yang dianalisis meliputi kadar selulosa, hemiselulosa, lignin, silika berdasarkan cara gravimetri serta kelarutan dalam alkohol-toluena, air dingin dan air panas berdasarkan American Standard Testing Material (ASTM). Hasil penelitian menunjukkan dalam kulit pohon terkandung selulosa 27-30%, hemiselulosa 2-6%, lignin 19-21% silika 3-4%. Kadar zat ekstraktif pada kelarutan air dingin 12-22%, air panas dan alkohol-toluene 16-24%. Pada daun sukun terkandung selulosa 26%, hemiselulosa 4%, lignin 4-5% silika 5-6%. Kadar zat ekstraktif pada kelarutan air dingin 41%, air panas 37% dan alkohol-toluene 21-23%. Pada kayu sukun terkandung selulosa 49-51%, hemiselulosa 5-9%, lignin 24-26% silika 1-2%. Kadar zat ekstraktif pada kelarutan air dingin 7-9%, air panas 7-8% dan alkohol-toluene 8-10%. Pada kulit buah sukun terkandung selulosa 16%, hemiselulosa 11%, lignin 5% silika 2%. Kadar zat ekstraktif pada kelarutan air dingin 19%, air panas 24% dan alkohol-toluene 16%. Dalam klasifikasi komponen kimia kayu Indonesia, kadar selulosa kayu sukun tergolong tinggi, ligninnya tergolong sedang dan ekstraktif tergolong tinggi. Data ini menunjukkan bahwa kayu sukun cocok dimanfaatkan dalam produksi pulp dengan perlakuan tambahan untuk mengurangi kadar ekstraktifnya.

Kata kunci : sukun, komponen kimia, pemanfaatan.

PENDAHULUAN

Sukun (*Artocarpus communis*) merupakan anggota family Moraceae terdapat di berbagai wilayah di Indonesia seperti Ambon, Maluku Utara, papua, Sumba, Flores, Rote, Sulawesi Selatan, Sumatera, Jawa, Kalimantan dan Nusa Tenggara Barat. Sukun di berbagai negara dikenal dengan nama Breadfruit (English), Fruit a pain (French), Fruta Pao, Pao de massa (Portuguese), Broodvrucht, Broodboom (Holland), dan Ulu (Hawaii) (Ragone, 1997). Sukun merupakan tanaman tahunan yang tumbuh baik pada lahan kering (daratan) dengan tinggi pohon dapat mencapai 10 m atau lebih. Buah muda berkulit kasar sedangkan buah tua berkulit halus. Baging buah berwarna putih agak krem, teksturnya kompak dan berserat halus. Rasanya agak manis dan memiliki aroma yang spesifik (Hendalastuti dan Rojidin, 2006). Berat buah sukun dapat mencapai 1 kg per buah (Irwanto, 2006).

Masyarakat daerah meyakini hampir seluruh bagian tanaman sukun dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia terutama daun, kulit dan getahnya. Daunnya memiliki khasiat untuk kesehatan, diantaranya sebagai obat lever, hepatitis, sakit gigi, gatal-gatal, jantung, ginjal dan luka gores. Daun sukun yang telah kuning dapat dibuat minuman untuk obat penyakit tekanan darah tinggi dan kencing manis, karena mengandung *phenol*, *quercetin* dan *champorol* serta dapat digunakan juga sebagai bahan ramuan obat penyembuh kulit yang bengkak atau gatal. Teh daun sukun dapat mengontrol diabetes (Anonim, 2009). Kulit batang sukun menghasilkan serat yang bagus untuk pakaian. Getah sukun digunakan untuk menjerat burung dan sebagai bahan dasar permen karet. Selain itu juga digunakan untuk mengurut tulang patah atau keseleo, obat penyakit kulit dan panu. Getah sukun yang dilarutkan dapat digunakan sebagai obat sakit perut, diare dan disentri. Cairan dari tumbukan tangkai daun digunakan untuk obat infeksi telinga dan mata (Diana, 2006).

Sebagian besar kegunaan pohon sukun tersebut belum banyak diteliti kebenarannya oleh sisi ilmiah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data dan informasi komponen kimia kulit, daun, kayu dan kulit buah sukun serta mengidentifikasi kemungkinan pemanfaatan lainnya.

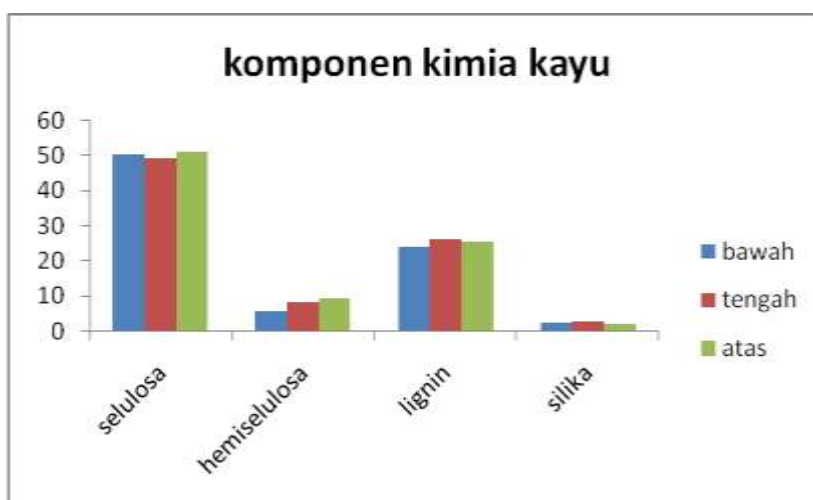
BAHAN DAN METODE

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit, daun, kayu dan kulit buah sukun (*Artocarpus communis*). Kayu dan kulit kayu diambil dari pohon pada posisi bawah, tengah dan atas (2, 4 dan 6 m dari permukaan tanah). Sampel daun berupa daun muda (diambil dari ujung tangkai) dan daun tua (diambil dari pangkal tangkai). Analisis yang dilakukan yaitu analisis komponen kimia meliputi kadar selulosa, hemiselulosa, lignin, silika berdasarkan cara gravimetri serta kelarutan dalam alkohol-toluena, air dingin dan air panas berdasarkan American Standard Testing Material (ASTM, 2006). Analisis komponen kimia dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Hutan Bukan Kayu dan Laboratorium Terpadu Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (Pustekolah), Bogor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

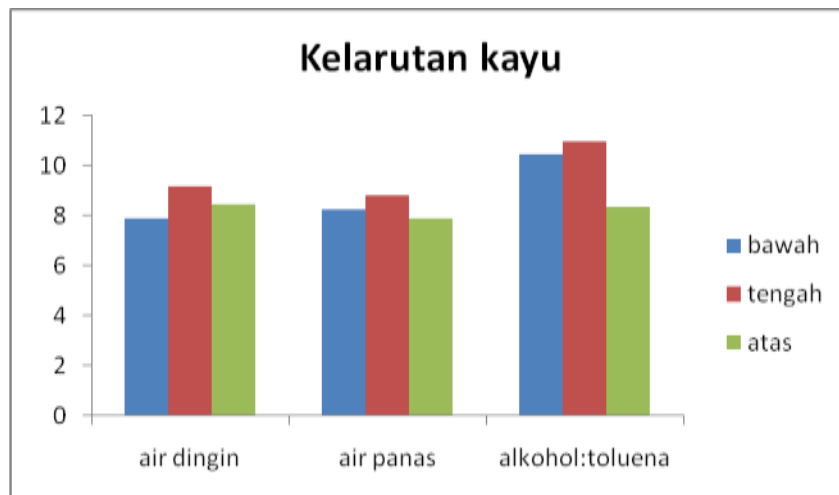
Kayu Sukun

Analisa komponen kimia kayu sukun menunjukkan bahwa kandungan selulosa yang terkandung dalam kayu sukun berkisar 49,2-51,22%. Kandungan selulosa pada kayu bagian bawah mencapai 50,61%, namun mengalami penurunan pada kayu bagian tengah (49,2%) dan mencapai nilai tertinggi pada kayu bagian atas (51,22%). Sedangkan kandungan hemiselulosa pada kayu berbanding lurus dengan posisi kayu dari permukaan tanah, dimana semakin tinggi posisi kayu semakin tinggi kandungannya. Hal berbeda terjadi pada kandungan lignin dan silika nya dimana kayu bagian tengah memiliki nilai paling tinggi dibandingkan kayu bagian bawah dan atas (Gambar 1).



Gambar 1. Analisa komponen kimia kayu sukun

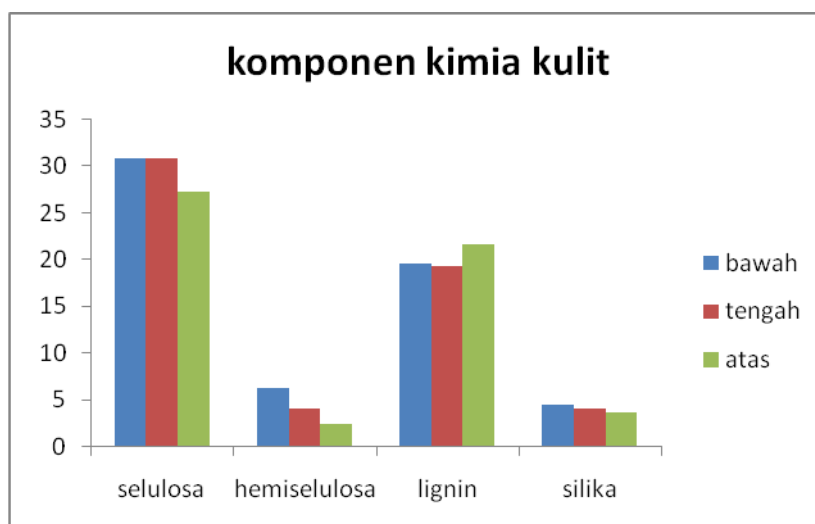
Kadar zat ekstraktif kayu dalam air dingin berkisar antara 7,92-9,18%, dalam air panas 7,89-8,83% dan alkohol-toluena 8,37-10,97%. Pada kelarutan dalam air dingin, air panas dan alkohol-toluena menunjukkan kayu bagian tengah memiliki kadar zat ekstraktif paling tinggi dibandingkan kayu bagian bawah dan atas (Gambar 2).



Gambar 2. Kelarutan kayu dalam berbagai jenis pelarut

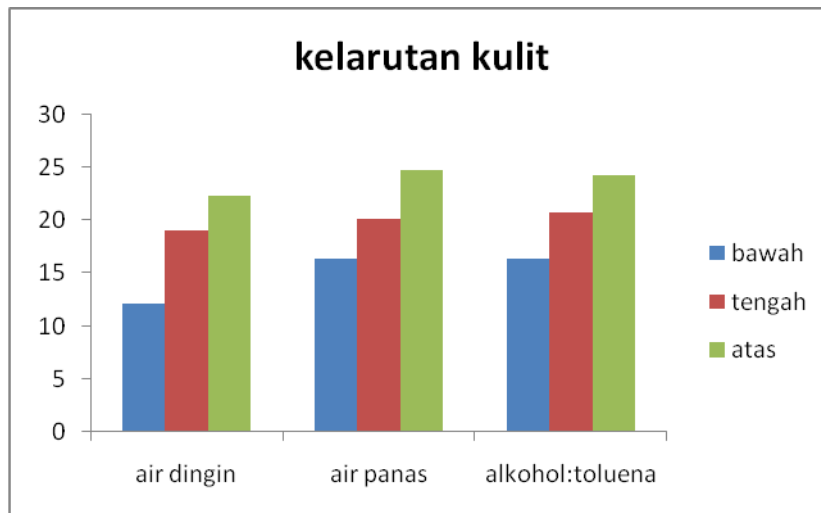
Kulit sukun

Hasil analisa menunjukkan bahwa selulosa yang terkandung didalam kulit berkisar antara 27,38-30,93%. Posisi kulit pohon mempengaruhi kadar selulosa. Hal ini dibuktikan bahwa semakin tinggi dari permukaan tanah semakin rendah kadar selulosanya. Hal yang sama juga terjadi pada kandungan hemiselulosa (1-6,5%) dan silika (3-4,5%), dimana kulit bagian bawah memiliki kandungan paling tinggi dibandingkan bagian tengah dan atas. Hal berbeda ditunjukkan pada kandungan lignin dimana terdapat dinamika kandungan lignin pada kulit sukun. Pada kulit bawah, kandungan lignin mencapai 19,68%, namun mengalami penurunan ketika berada di kulit tengah (19,36%) dan mengalami kenaikan di kulit bagian atas (21,71%) (Gambar 3).



Gambar 3. Analisa komponen kimia kulit sukun

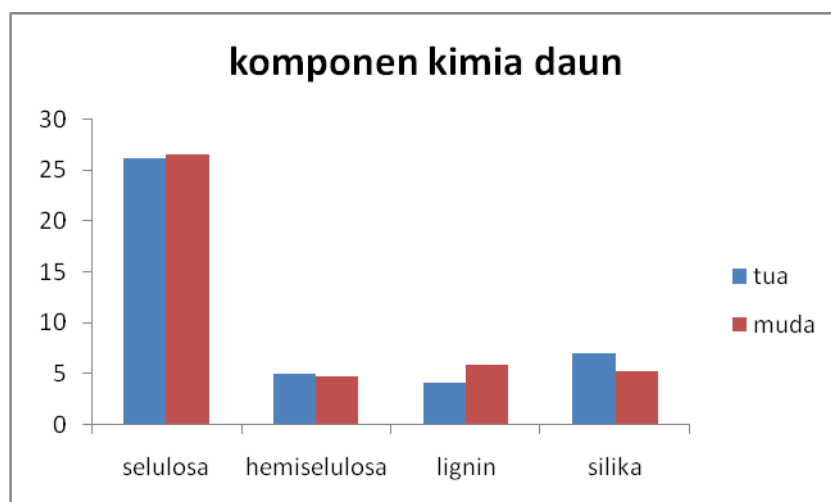
Kadar zat ekstraktif yang terkandung dalam kulit sukun ditunjukkan melalui persentase kelarutan kulit dalam berbagai jenis pelarut. Hasil analisa menunjukkan bahwa baik dalam air dingin air panas maupun alkohol-toluena, kulit bagian atas memiliki kadar zat ekstraktif yang paling tinggi dibandingkan kulit bagian tengah dan bawah (Gambar 4).



Gambar 4. Kelarutan kulit dalam berbagai jenis pelarut

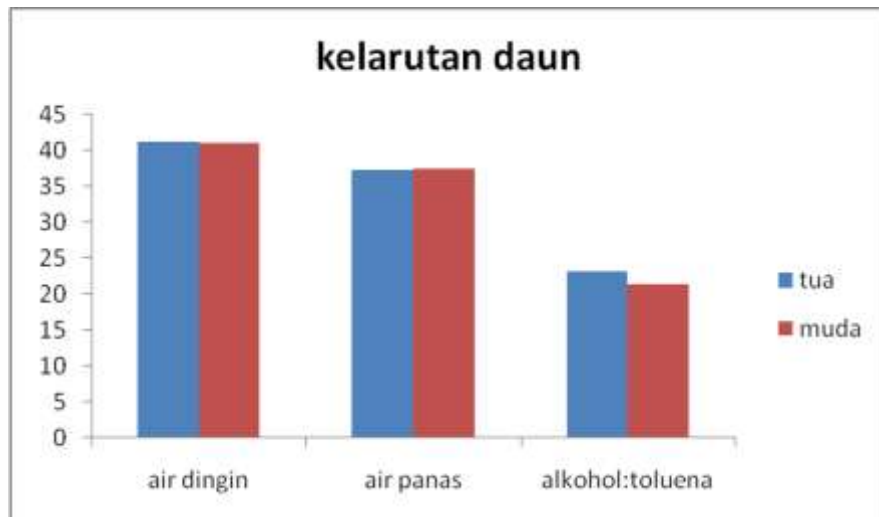
Daun Sukun

Analisa komponen kimia daun sukun menunjukkan bahwa kandungan selulosa dan lignin pada daun tua (26,14% ; 4,1%) lebih rendah dibandingkan daun muda (26,6% ; 5,81%). Sedangkan kandungan hemiselulosa dan silika yang terdapat pada daun tua (4,99% ; 6,97%) lebih tinggi dibandingkan daun muda (4,69% ; 5,23%) (Gambar 5).



Gambar 5. Analisa komponen kimia daun sukun

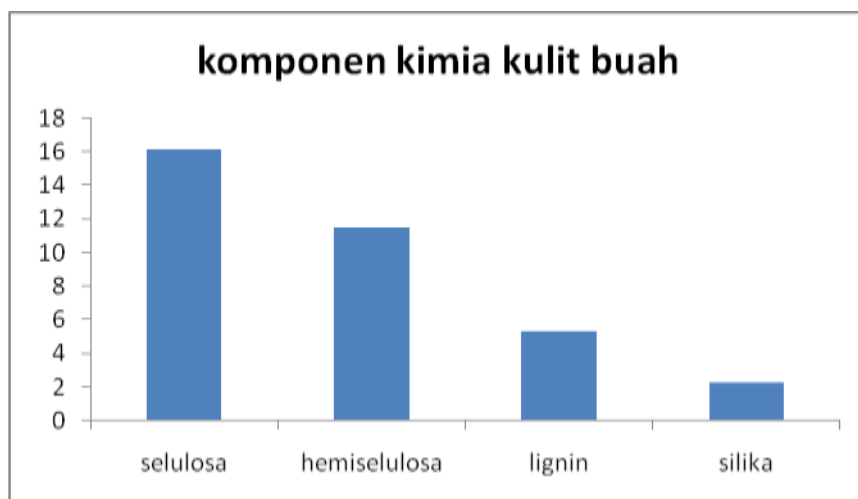
Kadar zat ekstraktif yang terkandung dalam daun sukun menunjukkan bahwa kelarutan dal air dingin memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan air panas dan alkohol-toluena. Pada kelarutan dalam air dingin dan air panas, terdapat kecenderungan nilai yang tidak jauh berbeda baik pada daun muda maupun daun tua. Hal berbeda terjadi pada kelarutan alkohol-toluena dimana daun tua memiliki kadar yang lebih tinggi (23,15%) dibandingkan daun muda (21,13%) (Gambar 6).



Gambar 6. Kelarutan daun sukun dalam berbagai jenis pelarut

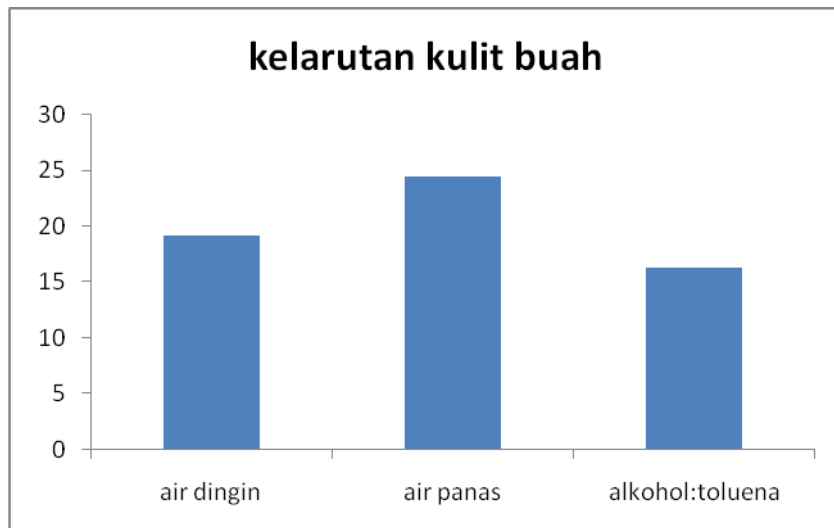
Kulit buah

Komponen kimia kulit buah sukun sebagian besar kandungannya di dominasi oleh selulosa sebesar 16,17%, hemiselulosa 11,51%, lignin 5,33% dan silika 2,28% (Gambar 7).



Gambar 7. Analisa komponen kimia kulit buah

Kadar zat ekstraktif yang terkandung di dalam kulit buah sukun berkisar antara 16,29-24,96%. Kelarutan kulit buah dalam air panas menunjukkan nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan air dingin dan alkohol-toluena (Gambar 8).



Gambar 8. Kelarutan kulit buah dalam berbagai jenis pelarut

KESIMPULAN

Sukun baik bagian kayu, kulit kayu, daun maupun kulit buah sebaian besar didominasi oleh selulosa. Kandungan selulosa dan hemiselulosa tertinggi terdapat pada kayu bagian atas sedangkan kandungan lignin dan silika tertinggi terdapat pada kayu bagian tengah. Kelarutan kayu bagian tengah dalam air panas merupakan kelarutan tertinggi dibandingkan bagian dan pelarut lainnya. Pada kulit kayu sukun, kandungan selulosa, hemiselulosa dan silika pada bagian bawah pohon merupakan yang tertinggi dibandingkan kulit kayu pada bagian pohon lainnya, sedangkan kandungan lignin tertinggi terdapat pada kulit kayu bagian atas pohon. Kelarutan kulit kayu pada semua jenis pelarut menunjukkan kulit kayu bagian atas pohon merupakan yang paling tinggi.

Pada daun, kandungan selulosa dan lignin tertinggi terdapat pada daun muda sedangkan hemiselulosa dan silika tertinggi terdapat pada daun tua. Daun sukun baik tua maupun muda memiliki kelarutan tertinggi dalam air dingin dibandingkan pelarut lainnya. Pada kulit buah sukun kandungan komponen kimia dari yang tertinggi yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin dan silika. Kelarutan kulit buah terbaik yaitu kelarutan dalam air panas dibandingkan pelarut lainnya.

Dilihat dari kandungan komponen kimianya, sukun memiliki potensi pemanfaatan alternatif lainnya sebagai bahan bakar cair, produksi senyawa organik penting seperti polietilene dan stirene, penyedap makanan, parfum, bahan farmasi sintetis, stabilisasi tanah dan perekat sistetis dan sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. Sukun Sebagai Sumber Diet Berkalori Rendah Hingga Obat Gigi. Republika 16 Februari 2009.
- Hendalastuti, H. dan A. Rojadin. 2006. Karakteristik Budidaya dan Pengolahan Buah Sukun : Studi kasus di Solok dan Kampar. Prosiding Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan 2006: 220-222. Bogor.
- Irwanto. 2006. Pengembangan Tanaman Sukun. http://www.kapetseram.com/info_sukun.html.
- Diana, R. 2006. *Artocarpus altilis* (Breadleaf). Species Profiles for Pasific Island Agroforestry.
- Ragone, D. 1997. Breadfruit. *Artocarpus altilis* (Perkinson) Foesberg. <http://www.hawaii.edu/eeccb/fakcultypgs/dianeragone.html>

AKTIVITAS CUKA KAYU PADA PERLAKUAN TANAH (SOIL TREATMENT)

Arief Heru Prianto, Didi Tarmadi, dan Sulaeman Yusuf

Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
Jl. Raya Bogor Km. 46, Cibinong-Bogor 16911
e-mail: ariefprianto@gmail.com

ABSTRACT

Soil treatment is a prevention technique termite attack on the building. The use of chemicals in soil treatment method will cause soil and water pollution. The use of environmentally friendly materials will help reduce environmental pollution. To examine the effectiveness of liquid smoke to the subterranean termites *Coptotermes gestroi* on soil treatment, then the liquid smoke applied to the sand with a concentration of 0%, 25%, 50%, 75%, 100%. Treated sand put on the bottle H. Subterranean termites inserted at one end of the bottle H. Observations activity of subterranean termites *Coptotermes gestroi* done for 21 days. The results showed the concentration of liquid smoke 50% and 75% belongs to the moderate reliability criteria and relatively high at the concentration of 100%.

Keywords: soil treatment, wood vinegar, *Coptotermes gestroi*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan kayu untuk kehidupan manusia belum bisa digantikan oleh material lain. Penggunaan kayu sangat luas mulai dari alat rumah tangga, alat pertanian, furniture, dan juga pada bangunan. Pada bangunan kayu dapat digunakan untuk kusen, plafon sampai konstruksi atap bangunan. Kelebihan yang dimiliki kayu menjadikannya susah untuk diganti dengan produk lain. Akan tetapi kayu memiliki kekurangan yaitu dapat terserang hama. Hama yang biasa menyerang antara lain kumbang, jamur pelapuk dan rayap. Rayap merupakan serangga yang sangat berbahaya bagi produk kayu karena rayap memiliki koloni sangat besar sehingga serangannya lebih cepat untuk merusak kayu. Oleh karena itu penggunaan teknik pengendalian rayap sangat penting untuk memperpanjang usia pemakaian kayu terutama pada bangunan.

Proteksi bangunan dengan memberikan perlakuan pada tanah menjadi penting dilakukan untuk melindungi kayu dari serangan rayap. Menurut Prasetyo dan Yusuf, (2004) Indonesia kurang lebih memiliki 200 jenis rayap karena memiliki iklim tropis yang cocok sebagai habitat perkembangbiakan rayap. Ditaksir kerugian ekonomis akibat serangan rayap mencapai 200 milyar/pertahun

Proteksi bangunan terhadap serangan rayap dapat dilakukan dengan *soil treatment* dan pengawetan langsung terhadap material kayu yang akan digunakan. Soil treatment sangat digemari karena aplikasinya yang mudah dan murah. Teknik ini yaitu memberi perlakuan tanah dengan bahan kimia cair. Bahan termitisida tersebut akan menimbulkan efek *chemical barrier* sehingga rayap tidak bisa masuk ke dalam pondasi bangunan. Soil treatment merupakan perlakuan standar untuk perlindungan bangunan, akan tetapi penggunaan bahan kimia pada perlakuan ini akan menimbulkan pencemaran tanah dan air yang berbahaya bagi kehidupan manusia.

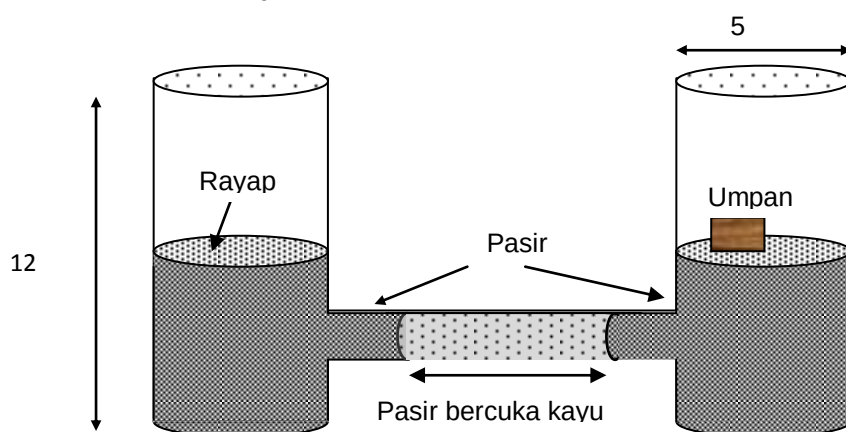
Bahan substitusi untuk perlakuan tanah yang lebih aman terhadap lingkungan dan memiliki efektifitas barrier yang baik merupakan solusi yang dapat menjawab tantangan pencemaran lingkungan ini. Pada penelitian ini digunakan cuka kayu dari cangkang kelapa sawit sebagai pengganti termitisida untuk aplikasi *soil treatment*. Cuka kayu diharapkan memiliki aktivitas barrier yang baik sehingga dapat menggantikan termitisida yang selama ini banyak digunakan dipasaran. Prianto (2012) melaporkan bahwa cuka kayu memiliki efektifitas yang tinggi terhadap rayap tanah *Coptotermes gestroi*. Cuka kayu mengandung fenol, asam semut, karbondioksida yang bersifat toksik terhadap serangga.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas Cuka kayu pada perlakuan/peracunan tanah.

METODE PENELITIAN

Prosedur pengujian

Pengujian soil treatment skala laboratorium mengacu pada standard JWPA (*Japan Wood Preserving Association*) no. 13 tahun 1992. Pasir diayak pada saringan berukuran 20 mesh. Cuka kayu dengan konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% dicampur merata dengan pasir. Pasir kemudian dioven pada suhu 100 C selama 3 jam untuk menghilangkan pelarutnya. Pasir yang diberi perlakuan kemudian dimasukkan ke dalam silinder gelas berskala dengan diameter 1.5 cm dan panjang 6 cm. Silinder gelas tersebut dihubungkan dengan botol gelas berdiameter 5 cm dikedua ujungnya. Botol gelas diisi dengan pasir setinggi 2.5 cm. Salah satu sisi gelas diisi dengan rayap pekerja *Coptotermes gestroi* sebanyak 200 ekor sedangkan di sisi lainnya diletakkan kayu karet sebagai umpan, agar rayap menuju kayu dimana rayap harus melalui pasir yang telah diberi perlakuan cuka kayu. Unit-unit gelas tersebut disimpan ke dalam tempat yang gelap bersuhu $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban di atas 85 %.



Gambar 1. Gelas uji penetrasi horisontal (sumber JWPA)

Setelah rayap dimasukkan ke dalam botol kemudian dilakukan pengamatan pergerakan rayap dalam botol sehingga dapat diketahui panjang penetrasi rayap setiap hari selama 9 hari.

Tabel 1. Kriteria efikasi panjang penetrasi rayap ke dalam pasir yang telah diberi perlakuan (Sumber : JWPA standard No. 13-1992)

Panjang Penetrasi (cm)	Skor	Kriteria Keandalan
0,0	0	Sangat Tinggi
0,1 - 1,0	1	Tinggi
1,1 - 2,0	2	Sedang
2,1 - 3,0	3	Rendah
> 3,0	4	Tidak andal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetrasi rayap pada sumbu horisontal botol gelas H dapat menjadi ukuran keterandalan yang akurat terhadap suatu bahan untuk perlakuan tanah. Keandalan cuka kayu pada perlakuan tanah dipengaruhi performa cuka kayu yang diaplikasikan pada pasir dalam botol gelas H. Semakin rendah penetrasi rayap dalam sumbu horisontal maka semakin andal bahan tersebut. Tingkat konsentrasi yang dibuat yaitu 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% memberikan variasi penetrasi rayap yang berbeda. Persentase penetrasi rayap tanah diukur dengan membagi panjang penetrasi rayap dengan panjang pasir contoh uji. Kriteria keandalan yang baik akan membuat bangunan terproteksi dari serangan rayap tanah.

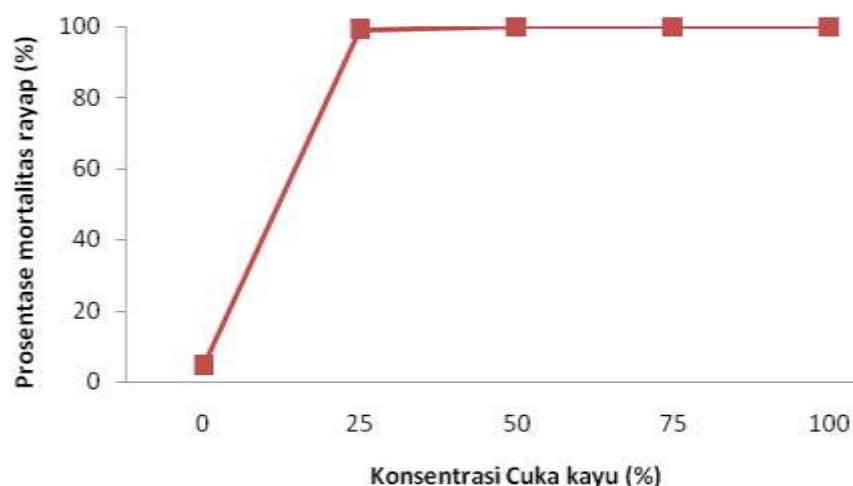
Konsentrasi yang diujikan dapat menunjukkan keterandalan cuka kayu terhadap penetrasi rayap tanah. Pada tabel 2 terlihat bahwa panjang penetrasi dipengaruhi oleh konsentrasi cuka kayu yang diujikan. Pada konsentrasi terendah yaitu 0%, rayap dapat menembus dalam waktu satu hari, sedangkan konsentrasi 25%

merupakan penetrasi rayap terbesar pada pasir yang diberi perlakuan cuka kayu. Rayap mencapai penetrasi maksimal pada hari ke 8 yaitu 54,7%, akan tetapi tidak dapat menembus pasir. Rayap mencoba masuk dari sisi pinggir umbu horisontal, karena bagian tengah rayap akan lebih berinteraksi dengan cuka kayu daripada bagian sisi. Pada konsentrasi 50%, 75% dan 100% rayap tidak dapat menembus pasir yang diberi perlakuan cuka kayu. Pada konsentrasi 50% penetrasi rayap maksimal pada hari ke-8 yaitu 36,2% dan rayap tidak dapat meningkatkan penetrasinya pada pasir, sedangkan penetrasi maksimal pada konsentrasi 75% dan 100% yaitu 22,2% dan 9,3%. Pada konsentrasi 75% penetrasi tersebut dicapai pada hari kelima sedangkan konsentrasi 100% pada hari ke-4.

Tabel 2. Panjang penetrasi rayap pada pasir yang telah diberi perlakuan cuka kayu

Konsentrasi (%)	Persentase penetrasi pada pengamatan hari ke-								
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9
0	83,3	100	100	100	100	100	100	100	100
25	0	20,7	27,4	38,8	50	52,7	52,6	54,7	54,7
50	0	8,5	11,1	16,7	22,2	25	27,7	36,2	36,2
75	0	5,0	8,3	16,6	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2
100	0	4,00	8,67	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33	9,33

Hasil pengamatan menunjukkan cuka kayu memiliki aktivitas menghambat pergerakan rayap tanah *Coptotermes gestroi* untuk menembus pasir. Rayap menghentikan penetrasinya karena tidak mampu menembus barrier dari cuka kayu tersebut. Cuka kayu bersifat repelent dan toksik, ini dibuktikan dengan tidak adanya penetrasi pada hari pertama sedangkan pada kontrol (0%) telah mencapai penetrasi 83,3% dan terjadinya kematian rayap selama rayap melakukan penetrasi. Persentase kematian rayap dapat dilihat pada Gambar 2. Kematian rayap yang terjadi lebih cepat pada konsentrasi yang lebih besar dan ketika jumlah rayap semakin sedikit maka rayap sudah tidak mampu menambah penetrasi ke dalam pasir. Perlakuan pasir dengan konsentrasi 25%,50%,75%, dan 100% telah menyebabkan kematian rayap 100% sedangkan kontrol tingkat kematiannya sangat kecil (3%).



Gambar 2. Persentase mortalitas rayap pada akhir pengujian

Kandungan komponen kimia dalam cuka kayu memiliki aktivitas yang mencegah rayap menembus pasir sehingga semakin tinggi konsentrasi maka penetrasi semakin pendek. Aktivitas cuka kayu cenderung bersifat repellent dan toksik bagi rayap. Sifat ini sangat cocok untuk bahan pada proteksi bangunan dengan *soil treatment*. Pada perlakuan *soil treatment* dibutuhkan komponen yang bersifat racun dan memiliki persistensi yang lama di dalam tanah. Komponen aktif yang terdapat dalam cuka kayu antara lain dari golongan fenol dan asam asetat, aseton, metanol dan o-cresol (Gunarso, *et al*, 2009; Marasabessy, 2007).

Tabel 3. Kriteria keandalan pada masing-masing konsentrasi yang diujikan

Konsentrasi (%)	Panjang Penetrasi (Cm)	Persentase Penetrasi	Skor	Kriteria Keandalan
0	5	100	4	Tidak andal
25	4,3	54,7	3	Rendah
50	2,1	36,2	2	Sedang
75	1,3	22,2	2	sedang
100	1,0	9,3	1	Tinggi

Tabel 3 menunjukkan kriteria keandalan dari masing-masing konsentrasi cuka kayu. Konsentrasi menentukan panjang penetrasi yang pada akhirnya menentukan kriteria keandalannya. Peningkatan konsentrasi cuka kayu menyebabkan meningkatnya kriteria keandalan, akan tetapi dengan sifat toksiknya yang menyebabkan kematian rayap 100%, maka konsentrasi 50% dipandang sudah cukup ideal dalam proteksi bangunan. Pada konsentrasi 50% penetrasi hanya 43% dan tingkat kematian rayap mencapai 100%.

KESIMPULAN

Cuka kayu memiliki aktivitas yang baik dalam perlakuan tanah. Konsentrasi 100% merupakan kriteria keandalan paling tinggi, akan tetapi pada konsentrasi 50% sudah memiliki *barrier* yang bagus terhadap serangan rayap tanah *Coptotermes gestroi*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim . 1992. Japan Wood Preserving Asociation, Japan.
- Darmadji, P. 1995. Produksi Asap Cair dan Sifat-Sifat Fungsionalnya. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pangan Univ. Gadjah Mada
- Prasetyo, K.W. dan S. Yusuf. 2004. Mencegah dan Membasmi Rayap secara Ramah Lingkungan dan Kimia. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Prianto, AH., D. Tarmadi, S. Yusuf., A.S. Lestari. 2012. Pengaruh Asap Cair Terhadap Protozoa dalam Usus Rayap *Coptotermes* sp. Prosiding Seminar Nasional XIV Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI). Yogyakarta
- Gunarso, P., Setyawati, T., Sunderland, T.C.H. dan Shackleton, C. 2009. Pengelolaan Sumberdaya Hutan di Era Desentralisasi: Pelajaran yang Diperoleh dari Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur, Indonesia. Indonesia: CIFOR Bogor
- Marasabessy, Ismael. 2007. Produksi Asap Cair dari Limbah Pertanian dan Penggunaannya dalam Pembuatan Ikan Tongkol (*Euthymnus affinis*) Asap (Tesis Magister Sains). Bogor: Institut Pertanian Bogor

TREND PRODUKSI KAYU GERGAJIAN DAN IMPLIKASINYA TERHADAP KEBIJAKAN KEHUTANAN DI INDONESIA

Achmad Supriadi

Peneliti pada Pustekolah Bogor

Email : susupriadi@gmail.com

ABSTRAK

Industri pengolahan hasil hutan berupa kayu gergajian di Indonesia mulai berkembang pesat sejak pemerintah mengambil kebijakan penghentian ekspor kayu bulat secara bertahap mulai tahun 1980 dan penghentian sama sekali tahun 1985. Perkembangan yang cepat telah menjadikan industri pengolahan kayu menjadi sangat penting perannya terhadap perekonomian Indonesia. Saat ini, penggunaan produk kayu gergajian untuk konstruksi rumah telah mendapat saingan dari produk serupa tetapi terbuat dari bahan bukan kayu yaitu baja ringan. Makin banyak perumahan-perumahan menggunakan baja ringan untuk konstruksi atap. Makalah ini menyajikan tentang trend produksi kayu gergajian di Indonesia sampai dengan tahun 2020. Hasilnya menunjukkan jumlah produksi kayu gergajian Indonesia periode tahun 2001-2010 sebesar 7.358.518 m³ dengan rata-rata per tahun 735.852 m³. Trend produksi kayu gergajian untuk sepuluh tahun ke depan menunjukkan trend yang meningkat, sehingga masuknya baja ringan menggantikan rangka atap bangunan tidak berpengaruh terhadap tingkat produksi kayu gergajian. Garis trend $Y_t = 702073 + 6142 \cdot t$. Berdasarkan garis trend tersebut perkiraan produksi kayu gergajian tahun 2020 adalah sebesar 763.493 m³. Kebijakan pemerintah yang perlu dipertimbangkan adalah mendorong berbagai kegiatan peningkatan penanaman kayu pertukangan di areal HTI, peningkatan penanaman kayu pertukangan di areal hutan rakyat, penelitian pemanfaatan jenis kayu kurang dikenal dan mendorong peningkatan efisiensi pemanfaatan kayu di Industri.

Kata kunci: Trend, kayu gergajian, baja ringan, kebijakan

PENDAHULUAN

Industri pengolahan hasil hutan mempunyai peranan penting sebagai sumber pendapatan bagi Negara dari sektor non migas. Industri pengolahan hasil hutan merupakan suatu usaha memanfaatkan hutan sebagai penghasil kayu dan non kayu untuk memenuhi kebutuhan manusia, baik local maupun luar negeri (ekspor). Salah satu jenis industri pengolahan hasil hutan adalah industri penggergajian. Industri penggergajian mengolah kayu bulat menjadi kayu persegi dengan menggunakan mesin/peralatan penggergajian.

Industri penggergajian di Indonesia mulai berkembang pesat sejak pemerintah mengambil kebijakan melalui keputusan bersama tiga menteri yaitu Menteri Pertanian, Menteri Perdagangan dan Koperasi serta Menteri Perindustrian untuk menyetop kegiatan ekspor kayu bulat. Penghentian ekspor kayu bulat dilakukan secara bertahap mulai tahun 1980 dan pada tahun 1985 kegiatan ekspor kayu bulat sama sekali dihentikan.. Terbitnya keputusan pelarangan ekspor kayu bulat didasari pertimbangan bahwa waktu itu Indonesia kaya dengan sumber bahan baku kayu, sehingga lebih menguntungkan bila kayu bulat tersebut diolah di dalam negeri karena akan meningkatkan nilai tambah dan menyediakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat. Sejak berlakunya pelarangan ekspor kayu bulat, tumbuh berbagai industri penggergajian kayu yang menyebar di seluruh Indonesia yang menghasilkan kayu gergajian untuk berbagai kebutuhan. Kayu gergajian adalah kayu persegi empat dan papan *jeblosan* dengan ukuran tertentu yang diperoleh dengan menggergaji kayu bundar atau kayu bentuk lainnya (Standar komoditas kayu gergajian, 2010). Kayu gergajian yang dihasilkan pada umumnya kemudian diolah lagi menjadi kayu olahan turunannya (produk sekunder) seperti balok, kaso, reng, kusen, komponen mebel dan lain-lain.

Dalam perkembangan berikutnya, penggunaan produk kayu gergajian untuk konstruksi rumah telah mendapat saingan dari produk serupa tetapi terbuat dari bahan bukan kayu yaitu baja ringan. Saat ini cukup

banyak dalam pembangunan rumah baik secara individu maupun melalui pengembang, menggunakan baja ringan untuk konstruksi atap, kusen jendela dan sebagainya.

Makalah ini menyajikan tentang trend produksi kayu gergajian di Indonesia sampai dengan tahun 2020. Tujuannya adalah untuk menyajikan data dan informasi tentang produksi kayu gergajian di Indonesia, trend produksi kayu gergajian sepuluh tahun ke depan dan kemungkinan implikasinya terhadap kebijakan kehutanan di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Data yang dikumpulkan berupa data produksi kayu gergajian di Indonesia mulai tahun 2001 sampai 2010 (Anonim, 2011). Selain data produksi kayu gergajian,, juga dilakukan studi berbagai literatur yang berkaitan dengan topik penelitian. Semua data diolah dengan bantuan *software* program Minitab (Hendradi, 2006), untuk mengetahui garis dan persamaan trend-nya. Dari hasil trend yang diperoleh dapat diketahui perkiraan (*forecast*) produksi kayu gergajian sampai dengan tahun 2020, pengaruh barang substitusi kayu dari baja ringan terhadap kayu gergajian dan implikasinya terhadap kebijakan kehutanan di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Trend produksi kayu gergajian di Indonesia

Data produksi kayu gergajian di Indonesia selama 10 tahun, yaitu mulai tahun 2001 sampai dengan 2010 disajikan pada Tabel 1.

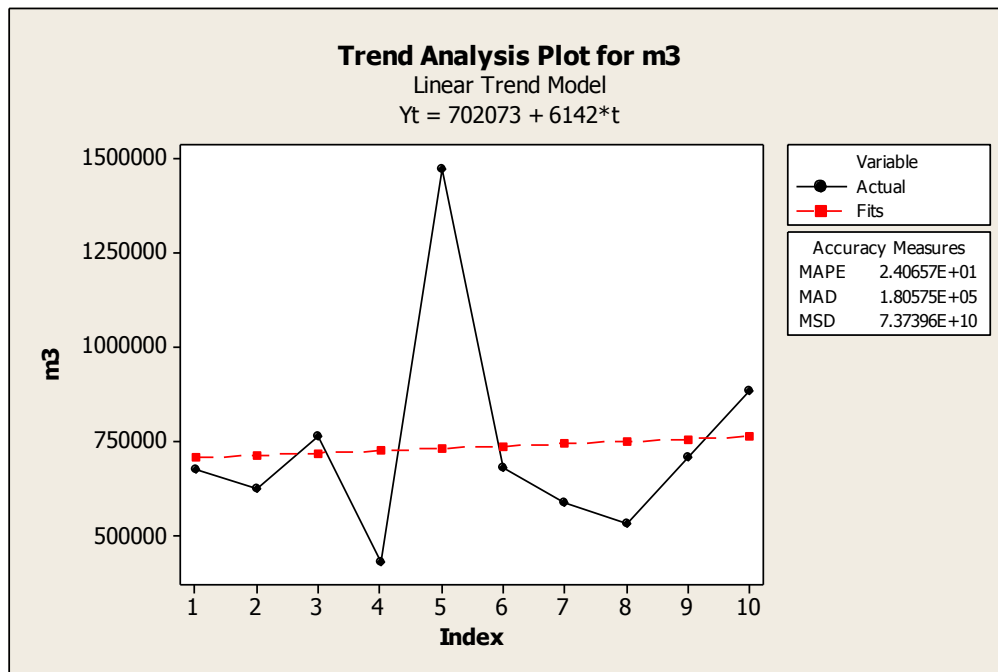
Tabel 1. Produksi kayu gergajian Indonesia tahun 2001-2010

No.	Tahun	Volume (m ³)
1	2001	674.868
2	2002	623.495
3	2003	762.604
4	2004	432.967
5	2005	1.471.614
6	2006	679.247
7	2007	587.402
8	2008	530.688
9	2009	710.208
10	2010	885.425
	Jumlah	7.358.518
	Rata-rata	735.852

Sumber : Statistik Kehutanan Indonesia, 2011.

Pada Tabel 1. tampak bahwa pada periode produksi dari tahun 2001-2010, volume produksi tertinggi terjadi pada tahun 2005 yaitu sebesar 1.471.614 m³, volume terendah terjadi pada tahun 2004 sebesar 432.967 m³ dengan volume rata-rata sebesar 735.852 m³. Selama periode 10 tahun tersebut terjadi tingkat produksi yang naik-turun.

Dari data produksi selama 10 tahun tersebut, kemudian diolah sehingga dapat diketahui garis dan persamaan trendnya seperti disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Gambar trend produksi kayu gergajian Indonesia tahun 2001-2010

Pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa trend produksi kayu gergajian tahun 2001-2010 menunjukkan trend yang meningkat dengan lereng kurva yang tidak tajam. Persamaan garis trend-nya adalah $Y_t = 702073 + 6142 \cdot t$. Garis trend yang meningkat dengan nilai koefisien positif menunjukkan bahwa produksi kayu gergajian terus meningkat meskipun penggunaannya terutama untuk rangka atap bangunan mendapat saingan dari baja ringan. Hal ini diduga, meskipun terjadi penurunan penggunaan kayu gergajian untuk rangka atap bangunan, akan tetapi penggunaan kayu gergajian untuk penggunaan lainnya terus meningkat misalnya penggunaan untuk komponen rumah selain atap seiring dengan peningkatan pembangunan perumahan yang mencapai 2,9 juta unit rumah setiap tahunnya (Real Estate Indonesia, 2012), penggunaan untuk komponen mebel dan lain sebagainya. Berdasarkan persamaan tersebut, besarnya *forecast* produk kayu gergajian untuk tahun 2011-2020 dapat dilihat pada Tabel 2. *Forecasting analysis* ini akan berjalan sesuai dengan nilai-nilai ekstrapolasi yang diplot jika tidak terjadi hal-hal luar biasa seperti perubahan kebijakan baru, krisis ekonomi moneter atau bencana alam.

Tabel 2. *Forecast* produksi kayu gergajian Indonesia tahun 2011-2020.

No.	Tahun	Volume (m ³)
1	2011	708.215
2	2012	714.357
3	2013	720.499
4	2014	726.641
5	2015	732.783
6	2016	738.925
7	2017	745.067
8	2018	751.209
9	2019	757.351
10	2020	763.493

Implikasi terhadap kebijakan bidang Kehutanan di Indonesia

Trend produksi kayu gergajian yang meningkat menunjukkan bahwa permintaan akan kayu gergajian di Indonesia untuk berbagai kebutuhan masyarakat dimasa mendatang akan terus meningkat. Permintaan kayu gergajian yang terus meningkat tidak diimbangi dengan kemampuan hutan alam dalam memproduksi kayu bulat. Kemampuan hutan alam yang banyak menghasilkan kayu-kayu dengan diameter besar dengan mutu kayu yang baik semakin menurun potensinya. Data Statistik Kehutanan Indonesia, 2008 menunjukkan

kebutuhan kayu bulat tahun 2007 sebesar 50.000.000 m³, sedangkan realisasi produksi kayu bulat pada tahun yang sama sebesar 31.491.584 m³, sehingga sisanya sebesar 17.003.001 m³ diimpor. Kondisi tersebut tentunya akan berpengaruh terhadap berbagai keputusan yang berkaitan dengan penentuan kebijakan di bidang Kehutanan di Indonesia. Beberapa kebijakan yang perlu dipertimbangkan pemerintah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan kayu gergajian antara lain mendorong perusahaan HTI (Hutan Tanaman Indonesia) untuk meningkatkan penanaman pohon-pohon penghasil kayu pertukangan, disamping penyediaan kayu untuk *pulp and paper*. Kebijakan lainnya adalah mendorong peningkatan penanaman pohon penghasil kayu pertukangan pada areal hutan rakyat, mendorong penelitian pemanfaatan kayu kurang dikenal dalam rangka memperluas penggunaan jenis-jenis kayu untuk pertukangan, dan mendorong efisiensi pemanfaatan kayu pada industri melalui upaya peningkatan rendemen pengolahan. Rendemen kayu gergajian dari kayu bulat hutan alam berkisar antara 55-67%, dari hutan tanaman 40-50% (Anonim, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Jumlah produksi kayu gergajian Indonesia periode tahun 2001-2010 sebesar 7.358.518 m³ dengan rata-rata per tahun 735.852 m³
2. Trend produksi kayu gergajian untuk sepuluh tahun ke depan menunjukkan trend yang meningkat, sehingga masuknya baja ringan menggantikan rangka atap bangunan tidak berpengaruh terhadap tingkat produksi kayu gergajian.
3. Garis trend $Y_t = 702073 + 6142 \cdot t$. Berdasarkan garis trend tersebut perkiraan produksi kayu gergajian tahun 2020 adalah sebesar 763.493 m³.
4. Kebijakan pemerintah yang perlu dipertimbangkan adalah mendorong berbagai kegiatan peningkatan penanaman kayu pertukangan di areal HTI, peningkatan penanaman kayu pertukangan di areal hutan rakyat, penelitian pemanfaatan jenis kayu kurang dikenal dan mendorong peningkatan efisiensi pemanfaatan kayu di Industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. Statistik Kehutanan Indonesia. Departemen Kehutanan. Jakarta
- _____. 2011. Statistik Kehutanan Indonesia. Kementerian Kehutanan. Jakarta
- _____. 2010. Standar Komoditas Kayu Gergajian. Pusat Standardisasi dan Lingkungan. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- _____. 2013. Peraturan Direktur Jenderal Bina Produksi Kehutanan. Rendemen Kayu Olahan Industri Primer Hasil Hutan Kayu (IPHHK) nomor P.9/VI-BPHH/2013 tanggal 12 Desember 2013. Kementerian Kehutanan. Jakarta
- Hendrati, T.C. 2006. Statistik Six Sigma dengan Minitab. Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas. ANDI OFFSET. Jakarta.
- Real Estate Indonesia. 2012. Kebutuhan rumah dan kayu untuk rumah. Detik finance. <http://finance.detik.com/read/2012>. Diakses 10 Agustus 2014

PELET KAYU : PROSES PRODUKSI, STANDAR MUTU DAN PELUANG PASARNYA

Achmad Supriadi

Peneliti pada Pustekolah Bogor

Email : susupriadi@gmail.com

ABSTRAK

Industri pengolahan hasil hutan berperan penting sebagai salah satu sumber penerimaan Negara dan penciptaan lapangan kerja bagi masyarakat. Seiring dengan makin menurunnya kemampuan pasokan energy konvensional dan makin meningkatnya kebutuhan dunia akan sumber energy yang terbarukan, berkembang industri pellet kayu sebagai penghasil energy terbarukan.

Makalah ini menyajikan data dan informasi tentang pellet kayu. Hasil kajian menunjukkan bahwa produk pellet kayu dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku berupa limbah dari industri penggergajian, limbah pembalakan dan limbah industri kayu lainnya (mebel). Proses produksi pellet kayu meliputi pemotongan dan pencincangan bahan baku menjadi *chip*, penggilingan *chip*, pencetakan menjadi pellet kayu, pendinginan dan pengemasan. Standar pellet kayu tiap negara berbeda-beda. Untuk Indonesia saat ini sedang dalam proses RSNI3, untuk Eropa antara lain DIN 51731 dan ÖNORM M-7135. Kebutuhan pellet kayu dunia saat ini diperkirakan mencapai sekitar 20 juta ton per tahun dan diperkirakan mencapai 24 juta ton pada tahun 2020

Kata kunci: Produksi, pellet kayu, limbah kayu, standar mutu

PENDAHULUAN

Industri pengolahan hasil hutan berperan penting sebagai salah satu sumber penerimaan Negara dan penciptaan lapangan kerja bagi masyarakat. Perkembangan industri hasil hutan berupa kayu dimulai dari industri kayu gergajian, kemudian diikuti oleh industri produk kayu majemuk (*re-constitute wood*) seperti kayu lapis, papan partikel, papan serat, papan blok dan *bare core*. Keberadaan industri tidak mengalami masalah ketika persediaan bahan baku kayu masih melimpah. Akan tetapi, seiring dengan makin menurunnya kemampuan pasokan kayu terutama dari hutan alam, perusahaan semakin dituntut meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku kayu. Kondisi ini mendorong industri selain untuk dapat menggunakan kayu seefisien mungkin, juga perusahaan dituntut untuk dapat memanfaatkan limbah kayu baik yang berasal dari industri pengolahan kayu maupun yang terjadi sebagai akibat pembalakan kayu menjadi suatu produk yang bernilai tambah tinggi. Kegiatan pemanfaatan limbah akan meningkatkan kegiatan operasional perusahaan yang pada akhirnya akan dapat meningkatkan pendapatan perusahaan. Salah satu produk yang dibuat dari limbah dan saat ini sedang berkembang pesat di dunia adalah yang disebut dengan pellet kayu (*wood pellet*).

Industri pellet kayu pada awalnya muncul di Eropa sekitar tahun 1990-an dengan tujuan untuk menambah pasokan bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan energy yang dunia yang terus meningkat (Anonim, 2014). Pellet kayu yang dibuat dengan memampatkan serbuk kayu dalam bentuk pellet, memiliki ukuran seragam dengan profil fisik solid sehingga sangat ideal sebagai sumber bahan bakar. Pellet kayu bersifat ramah lingkungan karena berasal dari sumber terbarukan, sehingga dapat mengurangi polusi udara yang diakibatkan oleh emisi gas buang karbon yang berasal dari penggunaan energy yang berasal dari fosil dan berkurangnya tumbuh-tumbuhan.

Beberapa negara di dunia telah mengambil keputusan penggunaan pellet kayu sebagai energy bahan bakar, misalnya pada tahun 2009 negara Swedia adalah Negara yang pertama menggunakan lebih banyak energy biomas. Pada tahun 2030 Swedia akan menghapus semua bahan bakar pembangkit tenaga listrik asal fosil (Tanos, 2013). Beberapa Negara maju di Asia seperti China dan Korea Selatan telah mendorong penggunaan pellet kayu sebagai sumber energy alternatifnya. Mulai tahun 2012 pemerintah kedua Negara tersebut menetapkan minimal 3-6% dari total bahan bakar harus menggunakan pellet kayu (Anonim, 2014).

Makalah ini bertujuan untuk menyajikan data dan informasi tentang pellet kayu. Sasarannya adalah tersedianya data dan informasi tentang pellet kayu yang meliputi proses produksi, standar mutu dan peluang pasar pelet kayu di dunia.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dan informasi dilakukan melalui studi pustaka dan telusuran internet. Dikumpulkan semua data dan informasi yang berkaitan langsung dengan proses produksi, standar mutu dan peluang pasar pelet kayu di dunia.

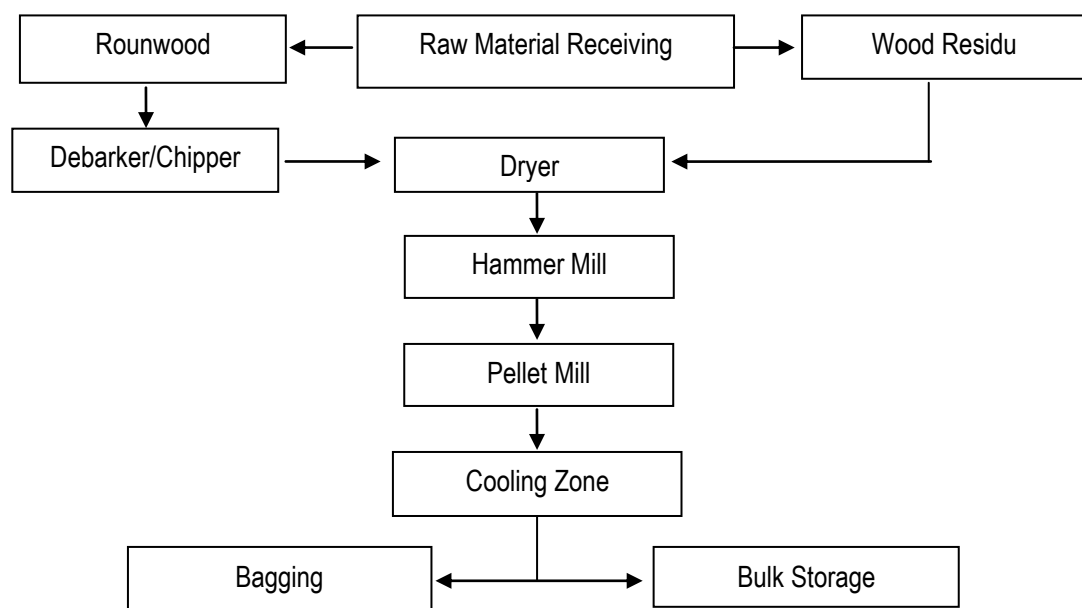
1. Proses Produksi, Standar Mutu Dan Peluang Pasar Pelet Kayu

A. Proses Produksi

Produk pellet kayu dibuat dengan menggunakan bahan baku berupa limbah dari industry penggergajian, limbah pembalakan dan limbah industry kayu lainnya (mebel). Proses produksi pellet kayu dilakukan dengan melalui tahap-tahapan sebagai berikut (Raswin, 2012) :

- Pemilihan bahan baku berupa cabang, ranting, sebetan, blebetan dan limbah industry mebel.
- Bahan baku tersebut kemudian dipotong dan dicincang menggunakan mesin pencincang (mesin Chipper) menjadi serpihan-serpihan kecil kayu (*chip*)
- Chip diangkut ke mesin pengering sampai mencapai kadar air 20-25%
- Kemudian masuk ke dalam mesin penggiling (*Grinding*) menjadi serbuk kayu, kadar air 10-12%
- Serbuk diangkut ke tempat penampungan (tabung besar), khusus mengkondisikan suhu dan tekanan agar serbuk tadi melelehkan ligninnya sebagai zat alami perekat kayu
- Dicetak menggunakan mesin pellet kayu
- Didinginkan
- Dikemas (*packing*)

Hasil olahan pellet kayu dikemas dalam bentuk pellet berdiameter 6-10 mm dan panjang 10-30 mm. Kepadatan rata-rata 650 kg/m³ atau 1,5 m³/ton. Kadar abu 0,5%. Tinggi kandungan energy 4,7 Kwh/kg atau 19,6 GJ/od Mg. Pelet kayu cocok digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga, pertanian, industry besar, bahkan juga untuk industry tenaga listrik (Dephut, 2010). Bagan proses pengolahan pelet kayu (Raswin, 2012) disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pengolahan pelet kayu

B. Standar Mutu

Untuk menjaga kualitas pelet kayu yang diperdagangkan, masing-masing negara mengeluarkan persyaratan produk pelet kayu yang bervariasi. Untuk standar produk pelet kayu Indonesia, saat ini sedang dalam proses RSNI3 untuk menjadi Standar Nasional Pelet Kayu Indonesia. Persyaratan pelet kayu sesuai RSNI tersebut disajikan pada Tabel 1. Standar produk pelet kayu di Austria, Selandia Baru dan Swedia disajikan dalam Tabel 2. Untuk Eropa, standar pelet kayu cenderung lebih lengkap dengan menyertakan spesifikasi kandungan bahan kimianya. Standar kualitas pelet kayu untuk Eropa secara keseluruhan disajikan dalam Tabel 3 (Anonim, 2014)

Tabel 1. Persyaratan pelet kayu Indonesia

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Kerapatan	g/cm ³	Minimal 0,8
2	Kadar abu	%	Maksimal 1,5
3	Zat yang mudah menguap/bagian yang hilang	%	Maksimal 80
4	Kadar karbon	%	Minimal 14
5	Nilai kalor	Kal/g	Minimal 4.0000

Tabel 2. Standar pelet kayu Austria, Selandia Baru dan Swedia

No.	Parameter	Standar pelet kayu		
		Austria	Selandia Baru	Swedia
1	Kadar air (%)	< 12	< 8	< 10
2	Kerapatan (kg/cm ³)	-	> 641	> 600
3	Kadar Abu (%)	< 0,5	< 1	< 0,7
4	Nilai kalor (MJ/kg)	>18	> 19,1	> 16,9

Tabel 3. Standar kualitas pelet kayu untuk Eropa (DIN 51731 dan ÖNORM M-7135)

Spesifikasi Fisik	Standard
Kadar air	<10%
Kerapatan	>1,12 g/cm ³ (tenggelam di air)
Kadar abu	<0,5%
Nilai panas (<i>thermal</i>)	> 18 MJ/kg
Spesifikasi dimensi	
Diameter	4 – 10 mm
Panjang	<50 mm
Spesifikasi kandungan bahan kimia	
Sulfur	<0,04%
Klorin	<0,02%
Nitrogen	<0,3%
Arsenik	<0,8 mg/kg
Kadmium	<0,5 mg/kg
Chromium	<8 mg/kg
Tembaga	<5 mg/kg
Mercury	<0,05 mg/kg
Timbal	<10 mg/kg
Zinc	<100 mg/kg

C. Peluang Pasar Pelet Kayu

Pelet kayu merupakan sumber energi alternatif non fosil memiliki pasar yang luas, baik saat ini maupun di masa yang akan datang, karena produk ini menjadi jawaban atas pengembangan energi alternatif yang berkelanjutan. Selain itu, produk pelet kayu juga mendukung upaya dunia mengurangi emisi dan pemanasan global (Tanos, 2013)

Beberapa negara di dunia telah mengambil keputusan penggunaan pellet kayu sebagai energy bahan bakar. Sebagai contoh, pada tahun 2009 negara Swedia adalah Negara yang pertama menggunakan lebih banyak energy biomass. Pada tahun 2030 Swedia akan menghapus semua bahan bakar pembangkit tenaga listrik asal fosil (Tanos, 2013). Dalam mencapai target tersebut, Swedia tidak hanya meningkatkan teknologi pelet kayu, namun juga telah menciptakan lapangan pekerjaan dalam pengolahan limbah hutan lokal dan limbah penggergajian menjadi pelet kayu yang memiliki nilai ekonomis tinggi (Anonim, 2014).

Kebutuhan pelet kayu dunia saat ini diperkirakan mencapai sekitar 20 juta ton per tahun dan akan terus meningkat seiring banyaknya pembangkit tenaga listrik dan penghangat ruangan yang menggunakan pelet kayu. Kebutuhan pelet kayu dunia diperkirakan mencapai 24 juta ton pada tahun 2020. Untuk Eropa, kebutuhan pelet kayu tercatat diatas 10 juta ton pada tahun 2009 dan meningkat menjadi sekitar 13 juta ton pada tahun 2010. Untuk memenuhi kebutuhan pelet kayu tersebut, Eropa memerlukan impor pelet kayu dari berbagai negara. Pada tahun 2007, produksi pelet kayu Indonesia hanya mencapai 40.000 ton. Produksi pelet kayu di Eropa adalah sekitar 4,65 juta ton pada tahun 2006 dan meningkat menjadi 6,15 juta ton pada tahun 2007. Namun peningkatan tersebut belum memenuhi kebutuhan pelet kayu, sehingga Eropa perlu mengimpor pelet kayu dari negara lain. Produksi pelet kayu dunia pada tahun 2006 adalah antara 6-7 juta ton dan meningkat menjadi 9,7 juta ton pada tahun 2007, bahkan menjadi 13,5 juta ton pada tahun 2010. Beberapa negara juga telah mulai memproduksi pelet kayu, diantaranya China yang mulai mengekspor pelet kayunya ke Eropa, namun karena kebutuhannya meningkat, maka produksi pelet kayu belum mampu mencukupi kebutuhan pelet kayu dunia (Anonim, 2011).

Di Indonesia, dalam siaran pers Kementerian Kehutanan No. 108/PIK-1/2010 (www.Dephut.go.id/siaran_pers_no.108/plk-1/2010) menyebutkan bahwa Indonesia baru mampu menghasilkan wood pelet 40.000 ton, sedangkan kebutuhan dunia sudah mencapai 20 juta ton dan akan terus naik seiring dengan perkembangan isu perubahan iklim. PT Solar Park Indonesia (SPI) sebagai satu-satunya produsen pelet kayu terbesar di Indonesia segera menambah sepuluh unit mobile pellet mill dengan kapasitas produksi 18 juta ton per tahun, menyusul konfirmasi pasok bahan baku pelet kayu (wood pellet/biomass) dari Departemen Kehutanan yang berasal dari 30.000 ha lahan Perhutani dan Inhutani. PMA asal Korea itu menjadwalkan perakitan pabrik pelet bergerak itu pada dua tahun ini untuk memenuhi peningkatan permintaan pasar ekspor pelet kayu di kawasan Asia. Saat ini Solar Park baru mengoperasikan proyek percontohan pengoperasian tiga unit mobile pellet mill di Wonosobo, Jateng dengan kapasitas produksi 5.000 ton per bulan dengan pasar 100% ekspor ke Korea (Brilliantono, 2011). Hal ini mungkin dilakukan, karena Pemerintah Korea Selatan membutuhkan sekitar 4,32 juta ton pelet kayu per tahun untuk memenuhi kebutuhan energi industri dan pembangkit tenaga listrik di Korea Selatan. Pemerintah Korea Selatan telah mengeluarkan kebijakan untuk memenuhi 5% kebutuhan energi nasional dipenuhi dari energi alternatif ramah lingkungan, salah satunya Pelet kayu (Anonim, 2014).

Dalam pengembangan berikutnya, Kementerian Kehutanan akan menggiatkan produksi pelet kayu di wilayah Kalimantan dengan berbagai macam kayu hasil dari Hutan Tanaman Industri (HTI) baik berupa pemberdayaan limbah tebangan maupun limbah penggergajian. Bekerja sama dengan PT. Inhutani III, investor asing, PT. SL Agro Industri akan membangun pabrik pellet kayu senilai Rp 42 miliar dengan kapasitas pabrik mencapai 30.000 ton per tahun (Anonim, 2014).

KESIMPULAN

1. Produk pellet kayu dibuat dengan menggunakan bahan baku berupa limbah dari industry penggergajian, limbah pembalakan dan limbah industry kayu lainnya (mebel).
2. Proses produksi meliputi pemotongan dan pencincangan bahan baku menjadi *chip*, penggilingan *chip*, pencetakan menjadi pellet kayu, pendinginan dan pengemasan
3. Kebutuhan pelet kayu dunia saat ini diperkirakan mencapai sekitar 20 juta ton per tahun dan diperkirakan mencapai 24 juta ton pada tahun 2020

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 211. Global Wood Pellet Industry Market and Trade Study. IEA. Bioenergy
- _____. 2011. RSN13 Pelet Kayu. Badan Standadisasi Indonesia. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- _____. 2014. Kajian Industri Pengolahan Hasil Hutan Untuk PT. Agro Wahana Bumi. Tidak dipublikasikan
- Brilliantono.E. 2011. Solar park perluas pabrik pellet kayu. <http://www.bisnis-jateng.com/index.php/2011/07/solar-park-perluas-pabrik-pelet-kayu/> Diakses tanggal 15 September 2014.
- www.Dephut.go.id/siaran_pers_no.108/plk-1/2010. Diakses tanggal 22 September 2014
- Tanos, FX. 2013. Biomas Kayu Pellet. [http://wajahindonesia-timur .weebly.com/wood-pellets.html](http://wajahindonesia-timur.weebly.com/wood-pellets.html).Diakses tanggal 20 September 2014.
- Raswin. 2012. Pengolahan Limbah Kayu Menjadi Wood Pellet. <http://raswinhut.blogspot.com/2012/07/v-behaviorurldefaultmlo11.html>. Diakses tanggal 20 September 2014.

SIFAT PAPAN SAMBUNG KAYU TELISAI (*Planchonia grandis* Ridl.).

Achmad Supriadi

Peneliti pada Pustekolah Bogor

Email : susupriadi @gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan terhadap bahan baku kayu yang terus meningkat tetapi tidak diimbangi dengan kemampuan produksi hutan yang semakin menurun, mendorong diperlukannya usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi penggunaan kayu. Salah satu usaha tersebut adalah pembuatan papan sambung. Papan sambung adalah papan yang dibuat melalui penyusunan kayu-kayu yang berdimensi sempit, direkatkan satu sama lainnya menggunakan perekat, dengan arah serat saling sejajar satu dengan lainnya, sehingga diperoleh papan berdimensi lebar. Makalah ini bertujuan menyajikan data dan informasi hasil penelitian sifat papan sambung dari kayu telisai (*Planchonia grandis* Ridl.). Hasil penelitian pada papan sambung tipe sambungan runcing menunjukkan bahwa rata-rata kadar air 13,77%; berat jenis 0,75; keteguhan geser rekat 57,17kg/cm²; delaminasi 0% dan stabilisasi dimensi meliputi nilai mencawan 0,49%; melengkung 0,17% dan membusur 0,11%. Sedangkan pada tipe sambungan tumpul menunjukkan nilai rata-rata kadar air 13,74%; berat jenis 0,77; keteguhan geser rekat 68,35kg/cm²; delaminasi 0% dan stabilisasi dimensi meliputi nilai mencawan 0,42%; melengkung 0,20% dan membusur 0,11%. Papan sambung tipe sambungan tumpul cenderung memiliki sifat fisis lebih baik dibanding tipe runcing, akan tetapi secara statistik hasil uji sidik ragam menunjukkan tipe sambungan tidak berpengaruh nyata terhadap sifat papan sambung yang dibuat.

Kata kunci : Kayu telisai, papan sambung, sifat fisis

PENDAHULUAN

Sumber daya hutan banyak menghasilkan berbagai macam komoditi yang telah banyak dimanfaatkan seperti kayu, rotan, bambu, getah dan keindahan alam. Kayu merupakan sumberdaya hutan yang paling banyak digunakan manusia. Di Indonesia diperkirakan terdapat sekitar 4.000 jenis kayu dengan diameter 40 cm ke atas (Martawijaya, et al. 1981), 400 jenis di antaranya mempunyai peran penting karena merupakan jenis yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pengolahankayu dan secara alami diperkirakan terdapat dalam jumlah besar. Dari 400 jenis kayu yang dianggap penting itu, baru sebagian diketahui sifat dan kegunaannya, yaitu 259 jenis yang sudah dikenal dalam perdagangan dan dapat dikelompokkan menjadi 120 jenis kayu perdagangan. Pengelompokkan tersebut kurang sesuai lagi karena jumlah kayu yang diperdagangkan sudah bertambah. Sampai dengan tahun 2013 sudah 209 jenis kayu perdagangan (Muslich et al., 2013)

Berdasarkan informasi di atas ternyata masih banyak jenis-jenis kayu yang belum dimanfaatkan sebagaimana mestinya. Usaha untuk memperkenalkan jenis-jenis tersebut merupakan kegiatan penting dalam rangka pemanfaatan sumber daya hutan secara optimal dan perlu ditunjang dengan hasil-hasil penelitian sifat-sifat dasar dan diversifikasi penggunaannya dengan memanfaatkan perkembangan teknologi. Salah satu produk yang dapat dibuat dengan memanfaatkan perkembangan teknologi adalah pembuatan papan sambung. Papan sambung dibuat dengan cara merekat papan sempit sisi ke sisi dan ujung ke ujung menjadi papan yang lebih lebar, agar selanjutnya dapat digunakan untuk pembuatan berbagai macam produk seperti daun pintu, daun jendela, papan dinding dan sebagainya.

Makalah ini menyajikan hasil penelitian tentang pembuatan papan sambung dari kayu telisai. Tujuannya adalah untuk mengetahui sifat papan sambung yang dibuat dari kayu tersebut. Sasaran penelitian adalah tersedianya data dan informasi tentang sifat papan sambung dari kayu telisai yang meliputi kadar air, berat jenis, stabilitas dimensi (mencawan, membusur dan melengkung) dan delaminasi.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan alat

Dalam penelitian ini digunakan jenis kayu telisai (*Planchonia grandis* Ridl.) yang berasal dari Kalimantan Timur. Perekat yang digunakan adalah perekat kayu polivinil asetat (PVAc).

Alat yang digunakan terdiri dari mesin gergaji, mesin ketam, mesin ampelas, oven, mesin uji mekanis, timbangan, meteran, kaliper, moisture meter, meja pengempaan, kuas, benang dan alat tulis.

B. Metode

Bahan baku dalam bentuk papan digergaji untuk dijadikan bilah yang bebas cacat, seperti retak, pecah, mata busuk dan melengkung. Bilah yang dibuat berukuran tebal 2,5 cm lebar 4,3 cm dan panjang 30 cm. Sebagai bahan pembuatan papan, bilah diketam untuk mendapatkan lebar dan tebal yang seragam yaitu lebar 4 cm dan tebal 2,5 cm. Selanjutnya bilah siap untuk dibuat papan sambung dengan cara direkat sisi ke sisi dan ujung ke ujung. Sambungan sisi menggunakan tipe sambungan tegak (*but joint*), sedangkan sambungan ujung menggunakan dua jenis sambungan yaitu sambungan runcing dan sambungan tumpul. Perekat yang digunakan adalah polivinil asetat (PVAc) dengan berat labur 200 g/m². Setelah perekat dilaburkan, dilakukan pengempaan dingin selama 24 jam dengan tekanan kempa sebesar 10 kg/cm². Ukuran papan sambung tebal 2,5 cm lebar 20 cm dan panjang 100 cm.

Respon yang diamati adalah kadar air, berat jenis, kekuatan geser rekat, perubahan dimensi (mencawan, melengkung dan membusur) dan delaminasi. Cara pengukuran perubahan dimensi adalah dengan menarik seutas benang dari sisi pinggir yang merupakan ujung dari arah penyimpangan bentuk. Rumus variable respon dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{BA} - \text{BKT}}{\text{BKT}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{BKTN}/V}{\text{Kerapatan air}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Keteguhan Geser Rekat} = \frac{B}{A} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Mencawan} = \frac{\text{Penyimpangan bentuk pada arah muka lebar papan}}{\text{Lebar papan}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Melengkung} = \frac{\text{Penyimpangan bentuk pada arah muka tebal papan}}{\text{Tebal papan}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Membusur} = \frac{\text{Penyimpangan bentuk pada arah muka lebar papan}}{\text{Panjang papan}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$\text{Delaminasi} = \frac{\text{Jumlah panjang kedua ujung terkelupas}}{\text{Panjang kedua ujung}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

BA = Berat Awal (gram)

BKT = Bera Kering Tanur (gram)

BKTN = Berat Kering Tanur (gram)

V = Volume dalam kondisi kering udara (cm³)

Kerapatan air = 1 gram/ cm³

Kerapatan air = 1 gram/ cm³

A= Beban maksimum (kg)

B= Luas bidang geser (cm²)

Hasil pengamatan terjadinya perubahan dimensi pada semua contoh uji papan sambung dikumpulkan, kemudian dihitung rata-rata persentasenya. Nilai persentase tersebut kemudian dibandingkan dengan Standar Indonesia mengenai Mutu Bangunan (Anonim, 1981) untuk mengetahui apakah nilai perubahan

dimensi yang terjadi pada papan sambung tersebut memenuhi syarat atau tidak sebagai bahan bangunan non structural. Kemudian dilakukan uji statistik berupa sidik ragam untuk mengetahui pengaruh tipe sambungan terhadap perubahan dimensi dan delaminasi. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan program Minitab (Hendradi, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat papan sambung kayu telasai disajikan pada Tabel 1. Sedangkan rincian analisa keragaman untuk mengetahui pengaruh tipe sambungan terhadap sifat papan sambung kayu telasai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai rata-rata sifat papan sambung kayu telasai*)

No.	Sifat papan sambung	Tipe sambungan	
		Runcing	Tumpul
1	Kadar air (%)	13,77	13,74
2	Berat Jenis	0,75	0,77
3	Kekuatan geser rekat (kg/cm ²)	57,17	68,35
4	Mencawan (%)	0,49	0,42
5	Membusur (%)	0,11	0,11
6	Melengkung (%)	0,20	0,20
7	Delaminasi (%)	0	0

*) 3 ulangan

Tabel 2. Analisa keragaman pengaruh tipe sambungan terhadap sifat papan sambung

No.	Sifat papan sambung	F hitung	Keterangan
1	Kadar air (%)	0.01	tn
2	Berat Jenis	0.75	tn
3	Kekuatan geser rekat (kg/cm ²)	5.92	tn
4	Mencawan (%)	1.26	tn
5	Membusur (%)	0.66	tn
6	Melengkung (%)	1.05	tn

Keterangan : tn = Tidak nyata pada taraf 5%

Kadar air papan sambung kayu telasai yang dibuat menggunakan tipe sambungan runcing berkisar antara 13,49-14,11% dengan rata-rata 13,77%. Sedangkan yang menggunakan tipe sambungan tumpul berkisar antara 13,26-14,02% dengan rata-rata 13,74%. Dengan demikian semua papan sambung yang dibuat memenuhi Standar Nasional Indonesia (Anonim, 2000) karena nilai kadar airnya tidak lebih dari 14%. Kadar air rata-rata papan sambung pada tipe sambungan runcing dan tipe sambungan tumpul menunjukkan nilai yang hampir sama, hal ini disebabkan papan gergajian yang digunakan sebagai babah baku papan sambung telah dikeringkan terlebih dahulu hingga mencapai kadar air $\pm 12\%$. Secara statistic tidak ada pengaruh nyata tipe sambungan terhadap kadar air papan sambung kayu telasai (Tabel 2).

Berat jenis papan sambung kayu telasai yang dibuat menggunakan tipe sambungan runcing berkisar antara 0,72-0,78 dengan rata-rata 0,75. Sedangkan yang menggunakan tipe sambungan tumpul berkisar antara 0,75-0,80 dengan rata-rata 0,77. Secara statistic tidak ada pengaruh nyata tipe sambungan terhadap kadar air papan sambung kayu telasai (Tabel 2).

Keteguhan geser rekat papan sambung kayu telasai yang dibuat menggunakan tipe sambungan runcing berkisar antara 51,43-65,62 kg/cm² dengan rata-rata 57,17 kg/cm². Sedangkan yang menggunakan tipe sambungan tumpul berkisar antara 65,20-70,02 kg/cm² dengan rata-rata 68,35 kg/cm². Standar Jepang (JAS, 1996) mensyaratkan nilai keteguhan geser rekat papan sambung minimal 54 kg/cm². Keteguhan rekat papan sambung yang menggunakan tipe sambungan tumpul lebih tinggi dibandingkan dengan tipe sambungan runcing. Hal ini diduga terjadinya ikatan rekat yang kuat antara perekat dengan permukaan kayu dan ketika terjadi pengempaan tekanan terbagi lebih merata pada sambungan tipe tumpul dibanding tipe runcing. Secara statistic tidak ada pengaruh nyata tipe sambungan terhadap kadar air papan sambung kayu telasai (Tabel 2).

Perubahan dimensi papan sambung kayu telisai berupa mencawan pada papan sambung yang menggunakan tipe sambungan runcing berkisar antara 0,40-0,58% dengan rata-rata 0,49%. Sedangkan yang menggunakan tipe sambungan tumpul berkisar antara 0,36-0,48% dengan rata-rata 0,42%. Mengacu kepada persyaratan Mutu Kayu Bangunan Standar Nasional Indonesia (Anonim,1981) untuk kayu bangunan non structural, di mana cacat bentuk yang diperkenankan untuk perubahan dimensi mencawan papan sambung adalah di bawah 1 persen, maka semua papan sambung yang dibuat dalam penelitian ini memenuhi syarat. Perubahan mencawan papan sambung kayu telisai ini hampir sama dengan kayu damar yaitu 0,36% dan lebih rendah dibanding kayu leda yaitu 3,46% dan kayu leda berkisar yaitu 1,47% serta campuran damar dan leda 2,66% (Supriadi, 2011). Secara statistik tidak ada pengaruh nyata tipe sambungan terhadap perubahan dimensi mencawan papan sambung kayu telisai (Tabel 2).

Perubahan dimensi membusur papan sambung kayu telisai pada papan sambung yang menggunakan tipe sambungan runcing berkisar antara 0,09-0,13% dengan rata-rata 0,11%. Sedangkan yang menggunakan tipe sambungan tumpul berkisar antara 0,10-0,12% dengan rata-rata 0,11%. Mengacu kepada persyaratan Mutu Kayu Bangunan Standar Nasional Indonesia (Anonim,1981) untuk kayu bangunan non struktural, di mana cacat bentuk yang diperkenankan untuk perubahan dimensi membusur papan sambung kurang 1 persen, maka semua papan sambung yang dibuat dalam penelitian ini memenuhi syarat. Secara statistik tidak ada pengaruh nyata tipe sambungan terhadap perubahan dimensi mencawan papan sambung kayu telisai (Tabel 2).

Perubahan dimensi melengkung papan sambung kayu telisai pada papan sambung yang menggunakan tipe sambungan runcing rata-rata 0,17%. Sedangkan yang menggunakan tipe sambungan tumpul berkisar antara 0,15-0,24% dengan rata-rata 0,20%. Mengacu kepada persyaratan Mutu Kayu Bangunan Standar Nasional Indonesia (Anonim,1981) untuk kayu bangunan non structural, di mana cacat bentuk yang diperkenankan untuk perubahan dimensi melengkung papan sambung adalah di bawah 1 persen, maka semua papan sambung yang dibuat dalam penelitian ini memenuhi syarat. Perubahan melengkung papan sambung kayu telisai ini lebih rendah dibanding kayu damar yaitu 0,85% dan kayu leda berkisar yaitu 1,47% serta campuran damar dan leda 1,10% (Supriadi, 2011). Secara statistik tidak ada pengaruh nyata tipe sambungan terhadap perubahan dimensi mencawan papan sambung kayu telisai (Tabel 2).

Hasil pengamatan terhadap delaminasi papan sambung kayu telisai yang dibuat, semuanya tidak terjadi delaminasi atau bernilai delaminasi nol. Dengan demikian semua papan sambung yang dibuat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI, 2000), yang menetapkan bahwa nilai rasio delaminasi kedua ujung tidak boleh lebih dari 10%.

KESIMPULAN

1. Pada papan sambung menggunakan sambungan runcing kadar air rata-rata 13,77%, berat jenis 0,75, keteguhan geser rekat 57,17kg/cm²; delaminasi 0%. Sedangkan pada tipe sambungan tumpul menunjukkan rata-rata kadar air 13,74%, berat jenis 0,77, keteguhan geser rekat 68,35kg/cm² dan delaminasi 0%.
2. Stabilisasi dimensi papan sambung menggunakan sambungan runcing meliputi mencawan 0,49%, melengkung 0,17% dan membusur 0,11%. Sedangkan pada tipe sambungan tumpul meliputi mencawan 0,42%; melengkung 0,20% dan membusur 0,11%.
3. Papan sambung tipe sambungan tumpul cenderung memiliki sifat fisis lebih baik dibanding tipe runcing, akan tetapi secara statistik hasil uji sidik ragam menunjukkan tipe sambungan tidak berpengaruh nyata terhadap sifat papan sambung yang dibuat

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1952. Nama-nama kesatuan untuk jenis-jenis pohon yang penting di Indonesia. Pengumuman istimewa Balai Penyelidikan Kehutanan No. 6 Bogor.
- _____. 1981. Mutu Kayu Bangunan. Standar Industri Indonesia (SII) 0458-81. Departemen Perindustrian, Jakarta.

- _____. 2000. SNI 01-6243.2-2000. Papan sambung dan bilah sambung untuk meja. Badan Standardisasi Nasional. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- _____. 2013. Atlas Kayu Indonesia Jilid IV. Pulitbang Keteknikan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor
- Haygreen, J.G. and J.L Bowyer. 1982. Forest Products and Wood Science. First Edition. The Iowa State University Press. Ames
- Hendradi, T.C. 2006. Statistik Six Sigma dengan Minitab. Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas. ANDI OFFSET. Yogyakarta.
- Supriadi, A. 2011. Rendemen dan mutu papan sambung kayu hasil penjarangan HTI. Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIV. pp : 549-554. Yogyakarta. 2 November 2011.

PENGARUH PAPAN PARTIKEL DARI LIMBAH PABRIK KERTAS

M.I. Iskandar

Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan
Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jln. Gunung Batu No. 5 Bogor
Email: mi.iskandar@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah pabrik kertas sebagai bahan baku serta mempelajari pengaruh tekanan dan kadar perekat terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel. Dua faktor pada penelitian ini adalah tekanan dan kadar perekat. Tekanan terdiri dari tiga taraf yaitu 15 kg/cm², 20 kg/cm² dan 25 kg/cm². Kadar perekat terdiri dari tiga taraf yaitu 8%, 10% dan 12% dari berat kering partikel. Metode rancangan percobaan yang digunakan adalah acak lengkap faktorial dengan tiga kali ulangan. Papan partikel yang dibuat berkepadatan sedang (0,7 g/cm³) yang dikempa panas selama 10 menit dengan suhu 140°C. Sifat fisis papan partikel yang diamati adalah kepadatan, kadar air dan pengembangan tebal. Sifat mekanis papan partikel yang diamati adalah modulus patah (MOR), modulus elastisitas (MOE), keteguhan rekata internal (IB) dan kuat cabut sekrup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan papan partikel berkisar antara 0,68 – 0,82 g/m³. Nilai kepadatan ini adalah sudah memenuhi nilai SNI. Nilai pengembangan tebal berkisar antara 5,51% - 15,04%. Sebagian papan partikel memenuhi SNI 1996 tapi papan partikel yang diberi tekanan 25 kg/cm² dengan kadar perekat 8% dan 10% tidak memenuhi syarat pengembangan tebal SNI. Berdasarkan hasil sidik ragam, tekanan, kadar perekat dan interaksi antara tekanan dan perekat berpengaruh nyata terhadap nilai pengembangan tebal. Nilai MOR papan partikel limbah pabrik kertas berkisar antara 17,57 – 23,41 kg/cm². Nilai tersebut masih jauh di bawah ini SNI sehingga tidak memenuhi syarat SNI. Nilai MOE yang dihasilkan berkisar antara 382,41 – 840,12 kg/cm². Nilai tersebut juga tidak memenuhi persyaratan SNI. Faktor kadar perekat berpengaruh nyata terhadap nilai MOE. Nilai IB berkisar antara 0,71 – 1,06 kg/cm². Nilai tersebut tidak memenuhi persyaratan SNI 1996 karena kurang dari 1,5 kg/cm². Faktor kadar perekat berpengaruh nyata terhadap nilai IB. Nilai kuat cabut sekrup tegak lurus permukaan berkisar antara 1,33 – 2 kg. Nilai tersebut tidak memenuhi persyaratan SNI. Faktor kadar perekat berpengaruh nyata terhadap nilai kuat cabut sekrup tegak lurus permukaan.

Kata kunci: Kualitas, papan partikel, limbah pabrik kertas.

PENDAHULUAN

Sludge adalah lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah cair. Menurut Metcalf dan Eddy (1991), *sludge* dihasilkan dari operasi pengolahan limbah cair dan biasanya berbentuk cairan dan semi padatan yang mengandung padatan 0,25 sampai 12 persen dari berat *sludge*, tergantung dari operasi dan proses yang digunakan.

Perusahaan pembuat kertas yang menggunakan bahan baku pulp menghasilkan *sludge* dalam jumlah besar. *Sludge* primer dari industri kertas dikeluarkan dari proses pengolahan limbah cair kolam *primary*. *Sludge* primer ini umumnya memiliki kadar air kurang lebih 60 % dan tersusun atas serat pulp (*fiber*) sebesar 50 %, sisa-sisa bahan kimia seperti CaCO₃, kaolin dan *starch*.

Jumlah prakiraan volume *sludge* yang dihasilkan dari tahun 2005-2010 adalah sebesar 275.454 ton. Jika asumsi rendemen antara *sludge* dan papan partikel adalah 50%, maka akan dihasilkan papan partikel sebanyak 137.727 ton. Jika kepadatan papan partikel yang dibuat adalah 0,7 g/cm³, maka akan menghasilkan papan partikel sebanyak 196.753 m³. Tingkat rata-rata produksi industri papan partikel berskala sedang adalah 7.200 m³/tahun. Jumlah papan partikel yang dihasilkan dari *sludge* setara dengan 27,33 kali produksi industri papan partikel berskala sedang di Indonesia.

Papan partikel adalah produk kayu yang dihasilkan dari hasil pengempaan panas antara campuran partikel kayu atau berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik serta bahan pelengkap lainnya yang dibuat dengan cara pengempaan dengan dua lempeng datar (FAO, 1997). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis papan partikel.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah *sludge* dari IPAL PT PINDO Deli Pulp and Paper Mills. Bahan perekat yang digunakan adalah urea formaldehida. Perekat diperoleh dari PT. PAI (Pamolite Adhesive Industry), Probolinggo.

Metode

1. Persiapan Bahan

Sludge yang masih basah dikecilkan ukurannya dengan cara digosokkan pada saringan kawat yang berukuran 0,7 cm x 0,7 cm. *Sludge* yang telah lolos saringan dikeringkan dengan menggunakan oven sampai memiliki kadar air 4-7 %. *Sludge* yang telah kering disaring dengan menggunakan saringan bertingkat berukuran 0,5 cm x 0,5 cm dan 0,2 cm x 0,2 cm. Partikel *sludge* yang lolos saringan 0,5 cm x 0,5 cm dan tidak lolos saringan 0,2 cm x 0,2 cm dipakai untuk pembuatan papan partikel, sedangkan partikel yang lolos saringan 0,2 cm x 0,2 cm tidak dipakai.

2. Pembuatan Papan Partikel

Partikel *sludge* ditimbang kemudian dicampur dengan perekat dan bahan pengeras. Pada tahap ini ada tiga taraf perlakuan komposisi perekat yaitu ; kadar perekat 8% dari bobot kering partikel, kadar perekat 10 % dari bobot kering partikel dan kadar perekat 12% dari bobot kering partikel. Perekat, bahan pengeras dan partikel *sludge* dicampur dengan menggunakan bak pengaduk, pencampuran perekat dilakukan secara manual.

Campuran partikel, perekat dan pengeras yang telah merata dihindarkan di atas plat aluminium yang telah dilapisi dengan aluminium foil berukuran 30 cm x 30 cm. Tahap selanjutnya adalah pembentukan campuran dalam bak papan berukuran 30 cm x 30 cm. campuran yang telah dibentuk kemudian diletakkan di atas mesin kempa. Bagian atas campuran di lapisi dengan aluminium foil dan plat aluminium yang sama. Bagian sisi campuran di ganjal dengan plat besi dengan ukuran tebal 1,5 cm. campuran selanjutnya dikempa panas pada suhu 140 °C selama 10 menit, dengan tiga perlakuan tekanan yaitu tekanan spesifik 15 kg/ cm², tekanan spesifik 20 kg/ cm², tekanan spesifik 25 kg/cm².

Campuran yang telah dikempa selama 10 menit, kemudian menjadi papan partikel. Papan partikel yang telah terbentuk kemudian dibiarkan dalam ruangan selama tujuh hari untuk mencapai kadar air kesetimbangan pada suhu kamar.

3. Pembuatan Contoh Uji

Prosedur pembuatan atau pola pemotongan contoh papan uji dan metode pengujian sifat-sifat lembaran papan partikel mengikuti Standar Nasional Industri (SNI 03-2015-1996).

4. Pemotongan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan analisis factorial acak dengan dua faktor pengamatan dan tiga kali ulangan. Parameter perlakuan yang akan dilakukan penelitian ini adalah tekanan spesifik pada saat pengempaan (A) dan kadar perekat (B).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisis

1. Kerapatan

Kerapatan merupakan sifat fisis papan partikel yang paling penting. Kerapatan di definisikan sebagai massa atau berat per satuan volume. Biasanya satuan yang digunakan untuk mengukur kerapatan papan partikel adalah g/cm³.

Nilai kerapatan papan partikel berkisar antara 0,68-0,72 g/cm³. Papan partikel tersebut termasuk ke dalam kategori papan partikel sedang menurut standar FAO (FAO, 1997), karena nilainya ada di antara 0,4-0,8 g/cm³. Nilai kerapatan ini juga memenuhi persyaratan SNI dan Jepang karena nilainya berada di antara 0,50-0,90 g/cm³.

Nilai kerapatan papan partikel yang dihasilkan mempunyai kecenderungan naik seiring dengan semakin besarnya tekanan yang diberikan. Berdasarkan hasil sidik ragam, tekanan berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan partikel. Semakin besar tekanan maka kerapatan partikel semakin tinggi (Tabel 1).

Tabel 1. Sidik Ragam Uji Kerapatan pada Taraf kepercayaan 95%

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	KT	F hitung	F-tabel (95%)	Sig
Rata-rata	13,307000	1				
Tekanan (A)	0,007470	2	0,003735	11,114*	3,55	0,001
Kadar Perekat (B)	0,000381	2	0,000191	0,567	3,55	0,577
Interaksi (AB)	0,001314	4	0,000329	0,978	2,93	0,444
Galat	0,006049	18	0,000336			
Total	13,323000	27				

2. Kadar Air

Kadar air papan partikel adalah jumlah air yang masih tinggal di dalam rongga sel dan antar partikel selama proses pengerasan perekat dengan kempa panas. Kadar air ditentukan oleh kadar air sebelum kempa panas, jumlah air yang terkandung dalam perekat dan kelembaban udara sekeliling. Pengujian kadar air perlu dilakukan karena kadar air menentukan kualitas papan partikel.

Nilai kadar air berkisar antara 2,81-4,83%. Untuk mengetahui pengaruh tekanan dan kadar perekat terhadap kadar air papan partikel, maka dilakukan sidik ragam (Tabel 2). Nilai kadar air papan partikel yang telah dibuat memenuhi Standar SNI karena tidak lebih dari 14%. Nilai ini juga memenuhi standar FAO karena tidak lebih dari 12%.

Tabel 2 . Sidik Ragam Uji Kadar Air pada Taraf Kepercayaan 95%

Sumber keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	KT	F Hitung	F-Tabel (95%)	Sig
Rata-rata	332,8691	1				
Tekanan (A)	6,5927	2	3,296333	11,779*	3,55	0,001
Kadar Perekat (B)	0,9370	2	0,468488	1,674	3,55	0,215
Interaksi (AB)	1,6875	4	0,421881	1,508	2,93	0,242
Galat	5,0371	18	0,279839			
Total	347,1233	27				

Adanya kecenderungan penurunan nilai kadar air sehubungan dengan naiknya tekanan. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan tekanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar air papan partikel. Nilai signifikan yang didapat untuk faktor tekanan adalah 0,001. Nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa tekanan mempunyai pengaruh yang tidak sama terhadap nilai kadar air.

3. Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal adalah pertambahan tebal papan partikel setelah mengalami proses perendaman. Nilai rata-rata pengembangan papan partikel setelah direndam dalam air selama 24 jam adalah 9,64% dengan kisaran 5,51%-15,04%. Nilai rata-rata tersebut memenuhi standar SNI dan Jepang karena masih di bawah batas nilai maksimum yaitu 12 %. Nilai pengembangan papan partikel ini juga memenuhi standar FAO karena berada diantara 5-15%.

Pengembangan tebal papan partikel mengalami penurunan sehubungan dengan bertambahnya kadar perekat. Nilai pengembangan tebal juga cenderung meningkat sehubungan dengan meningkatnya tekanan. Nilai pengembangan tebal untuk papan partikel yang di berikan tekanan sebesar 25 kg/cm² cenderung lebih besar. Papan partikel dengan tekanan 25 kg/cm² dan kadar perekat 8 % dan 10% tidak memenuhi syarat pengembangan tebal SNI dan Jepang karena nilainya lebih dari 12 %.

Dari sidik ragam (Tabel 3) dapat dilihat bahwa perbedaan tekanan, kadar perekat dan interaksi antara tekanan dan perekat berpengaruh nyata terhadap nilai pengembangan tebal. Tekanan yang terlalu tinggi diduga mengakibatkan pecahnya pori-pori permukaan antar partikel sehingga air dapat dengan mudah masuk dan menyebabkan pengembangan tebal yang tinggi. Menurut Sutigno (1998), tekanan yang terlalu tinggi menyebabkan kayu menjadi rusak sehingga kurang baik keteguhan rekatnya. Tekanan yang terlalu tinggi juga menyebabkan banyak perekat yang keluar dari bidang perekatan sehingga jumlah perekat pada garis rekat terlalu sedikit.

Tabel 3. Sidik ragam uji pengembangan tebal pada taraf kepercayaan 95%

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	KT	F Hitung	F-Tabel (95%)	Sig
Rata-rata	2344,3669	1				
Tekanan (A)	102,8983	2	51,4491	59,897*	3,55	1,11E-08
Kadar Perekat (B)	116,6349	2	58,3175	67,893*	3,55	4,12E-09
Interaksi (AB)	11,2970	4	2,8242	3,288*	2,93	0,034459
Galat	15,4614	18	0,8590			
Total	2590,6584	27				

Sifat Mekanis

Kekuatan dan ketahanan terhadap perubahan bentuk suatu bahan disebut sebagai sifat-sifat mekanisnya. Kekuatan adalah kemampuan suatu bahan untuk memikul beban atau gaya yang mengenainya. Ketahanan terhadap perubahan bentuk menentukan banyaknya bahan yang dimampatkan, terpuntir, atau terlengkungkan oleh suatu beban yang mengenainya (Haygreen dan Bowyer, 1989).

1. Modulus Patah (MOR)

Modulus patah (MOR) adalah keteguhan patah dari suatu papan yang dinyatakan dalam besarnya tegangan per satuan luas. MOR dapat dihitung dengan menentukan besarnya tegangan dari papan pada beban maksimal (Maloney, 1997). MOR ini merupakan salah satu sifat yang paling penting pada papan partikel karena menunjukkan kekuatan papan partikel tersebut dalam menahan beban yang dikenakan padanya (Haygreen dan Bowyer, 1989).

Papan *sludge* yang dibuat memiliki nilai modulus of rupture (MOR) antara 17,57-23,41 kgf/cm². Nilai tersebut tidak memenuhi standar SNI 1996 karena kurang dari 80 kgf/cm², standar FAO karena kurang dari 100 kgf/cm² dan standar Jepang karena kurang dari 82 kgf/cm².

Hasil sidik ragam (Tabel 4) menunjukkan bahwa kadar perekat berpengaruh nyata terhadap nilai MOR. Perbedaan tingkat tekanan dan interaksi antara kadar perekat dengan tekanan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai MOR.

Semakin besar kadar perekat maka semakin tinggi nilai MOR yang dihasilkan. Hal ini diduga karena perekat yang lebih banyak mampu menghasilkan ikatan atau perekatan antar partikel sehingga kekuatan papan partikel yang dihasilkan menjadi lebih baik. Menurut Maloney (1977), peningkatan kadar perekat dapat meningkatkan kadar MOR.

Tabel 4. Sidik Ragam Uji MOR Pada Taraf Kepercayaan 95%

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	KT	F Hitung	F-Tabel (95%)	Sig
Rata-rata	9954,0480	1				
Tekanan (A)	9,8180	2	4,9090	1,037	3,55	0,373
Kadar Perekat (B)	75,8647	2	37,9323	8,010*	3,55	0,003
Interaksi (AB)	7,9358	4	1,9840	0,419	2,93	0,793
Galat	85,2421	18	4,7357			
Total	10132,9086	27				

2. Modulus Elastisitas (MOE)

Modulus Elastisitas (MOE) merupakan ukuran ketahanan terhadap pembengkokan. MOE ini berhubungan dengan kekakuan papan. Semakin besar ketahanannya terhadap perubahan bentuk, semakin tinggi MOE papan. MOE akan meningkat dengan bertambahnya panjang dan lebar serta berkurangnya ketebalan partikel yang digunakan (sutigno, 1994).

Nilai MOE yang dihasilkan antara 382,41 kgf/cm² – 840,12 kgf/cm². Nilai tersebut masih jauh dari standar SNI 1996 karena kurang dari 15.000 kgf/cm², juga memenuhi standar FAO karena kurang dari 10.000 kgf/cm² dan standar Jepang 1994, karena kurang dari 20.400 kgf/cm².

Hasil sidik ragam (tabel 5) menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat berpengaruh nyata terhadap nilai MOE. Semakin banyak perekat yang digunakan maka semakin besar nilai MOE yang dihasilkan. Perbedaan tekanan serta interaksi antara perekat dan tekanan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai MOE.

Tabel 5. Sidik Ragam Uji MOE Pada Taraf Kepercayaan 95%

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	KT	F Hitung	F-Tabel (95%)	Sig
Rata-rata	10742675,41	1				
Tekanan (A)	84449,49	2	42224,743i	1,230	3,55	0,316
Kadar Perekat (B)	450940,98	2	225470,4895	6,566*	3,55	0,007
Interaksi (AB)	77160,09	4	19290,0213	0,562	2,93	0,693
Galat	618064,10	18	34336,8943			
Total	11973290,06	27				

3. Kuat Tarik Tegak Lurus Permukaan (Internal Bond = IB)

Keteguhan rekat internal adalah suatu nilai yang menunjukkan kekuatan ikatan antar partikel, sehingga keteguhan rekat internal ini dapat digunakan sebagai petunjuk yang baik dalam menentukan kualitas papan partikel yang dihasilkan (Haygreen dan Bowyer, 1989).

Hasil sidik ragam (Tabel 6) menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat berpengaruh nyata terhadap nilai IB.

Tabel 6. Sidik ragam uji IB pada taraf kepercayaan 95%

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	KT	F Hitung	F-Tabel (95%)	Sig
Rata-rata	21,1843	1				
Tekanan (A)	0,0095	2	0,0047	0,191	3,55	0,828
Kadar Perekat (B)	0,2571	2	0,1285	5,176*	3,55	0,017
Interaksi (AB)	0,0514	4	0,0129	0,518	2,93	0,724
Galat	0,4470	18	0,0248			
Total	21,9493	27				

4. Kuat Cabut Sekrup

Salah satu sifat mekanis papan partikel yang tidak kalah pentingnya adalah kuat cabut sekrup. Kuat cabut sekrup adalah kekuatan papan partikel dalam menahan sekrup yang ditancapkan ke dalamnya. Papan partikel yang digunakan untuk bahan bangunan dan *furniture* harus memiliki kekuatan cabut sekrup yang baik. Nilai minimal yang disyaratkan SNI adalah 30 kg dan standar Jepang adalah 31 kg.

Nilai kuat cabut sekrup arah tegak lurus yang dihasilkan hanya berkisar antara 1,33-2 kg. Nilai ini dapat dibandingkan dengan SNI 1996 karena ketebalan papan partikel kurang dari 15 mm. Ketebalan papan partikel untuk memenuhi standar SNI minimal 15 mm. Pengujian ini hanya untuk mengetahui nilai kuat cabut sekrup pada ketebalan 13-14 mm.

Hasil sidik ragam Tabel 7 menunjukkan bahwa perbedaan kadar perekat berpengaruh nyata terhadap nilai kuat cabut sekrup. Perbedaan tekanan dan interaksi antara tekanan dan kadar perekat tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kuat cabut sekrup.

Tabel 7. Sidik Ragam Uji Kuat Cabut Sekrup Pada Taraf Kepercayaan 95%

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	KT	F Hitung	F-Tabel (95%)	Sig
Rata-rata	69,4404	1				
Tekanan (A)	0,1607	2	0,0804	1,102	3,55	0,354
Kadar Perekat (B)	0,3785	2	0,3693	5,061*	3,55	0,018
Interaksi (AB)	0,2770	4	0,0693	0,949	2,93	0,459
Galat	1,3133	18	0,0730			
Total	71,9300	27				

KESIMPULAN

Sludge dari pabrik kertas dapat dimanfaatkan untuk pembuatan papan partikel dengan menggunakan perekat urea formadehida. Sifat fisis yang di uji pada penelitian ini meliputi kerapatan, kadar air dan pengembangan tebal. Sifat mekanis yang di uji meliputi keteguhan lentur (MOR dan MOE), keteguhan rekat internal (*internal bond*) dan kuat cabut sekrup tegak lurus.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan papan partikel *sludge* antara 0,68-0,72 g/cm³. Kadar air papan partikel berkisar antara 2,81%-4,83%. Nilai pengembangan tebal berkisar antara 5,51%-15,04%. Nilai MOR berkisar antara 17,57-23,41 kg/cm², sedangkan nilai MOE berkisar antara 382,41-840,12 kg/cm². Nilai IB berkisar antara 0,71-1,06 kg/cm² dan nilai kuat cabut sekrup tegak lurus permukaan berkisar antara 1,33-2 kg. secara keseluruhan nilai sifat fisis papan partikel *sludge* telah memenuhi standar SNI, FAO, dan Jepang. Semua sifat mekanis papan partikel *sludge* tidak ada yang memenuhi standar SNI, FAO, dan Jepang.

Faktor tekanan berpengaruh nyata pada uji kerapatan, kadar air dan pengembangan tebal. Factor perekat berpengaruh nyata terhadap uji pengembangan tebal, MOR, MOE, IB dan kuat cabut sekrup tegak lurus permukaan. Interaksi antara tekanan dan perekat berpengaruh nyata pada uji pengembangan tebal. Perlakuan terbaik yang didapat dari penelitian ini adalah papan partikel yang di beri tekanan 20 kg/cm² dan perekat 12%.

Berdasarkan nilai sifat fisis dan mekanis yang dihasilkan, papan partikel *sludge* lebih cocok digunakan sebagai penyekat ruangan. Bahan penyekat ruangan tidak memerlukan kekuatan yang terlalu besar dan sifat ini dimiliki oleh papan partikel *sludge*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1994. *Particle Boards*. Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908-1994. Japanese Standard Association. Tokyo.
- FAO.1997. *Fiberboard and Particle Board*. FAO. Geneva.

- Haygreen, J.G dan Bowyer, J.L. 1989. *Hasil Hutan Dan Ilmu Kayu*, Suatu Pengantar. Terjemahan. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Maloney, T.M. 1997. *Modern Particle Board And Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman. San Francisco.
- SNI. 1996. *Mutu Papan Partikel*. SNI 03-2105-1996. Dewan Standarisasi Nasional (DSN). Jakarta.
- Sutigno, P. 1988. *Perekat Dan Perekatan*. Departemen Kehutanan Badan Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- 1994. *Teknologi Papan Partikel*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan Dan Social Ekonomi Kehutanan. Bogor.

SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN PARTIKEL KAYU KARET

M.I. Iskandar

Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan
Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jln. Gunung Batu No. 5 Bogor
Email: mi.iskandar@yahoo.co.id

ABSTRAK

Industri papan partikel merupakan industri kayu yang relatif baru di Indonesia dimana pabrik papan partikel pertama kali didirikan pada tahun 1974. Pada tahun 2013 terdapat 7 buah pabrik papan partikel yang terletak di Jawa, Kalimantan dan Sumatra. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis papan partikel kayu karet. Sifat-sifat papan partikel yang diuji adalah kadar air, kerapatan, pengembangan tebal, modulus patah (MOR), modulus elastisitas (MOE), keteguhan rekat internal (Internal Bond), kuat pegang sekrup tegak lurus dan sejajar permukaan. Pengujian dilakukan mengacu kepada Standar Nasional Indonesia (Anonim, 1991). Pengolahan data hasil pengujian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan dilanjutkan dengan uji BNT (beda nyata terkecil). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tingkat ketebalan berpengaruh terhadap semua pengujian. Tingkat ketebalan papan partikel 0,9 cm memberikan hasil tertinggi terhadap nilai pengujian kerapatan dengan nilai 0,755 gr/cm³, kadar air dengan nilai 5,066%, modulus patah (MOR) dengan nilai 165,436 kg/cm², modulus elastisitas (MOE) dengan nilai 4345,954 kg/cm², pengembangan tebal selama 2 jam dengan nilai 7,228%, pengembangan tebal selama 24 jam dengan nilai 9,837%, kuat pegang sekrup sejajar permukaan dengan nilai 48,48 kg. Sedangkan tingkat ketebalan 1,2 cm memberikan hasil tertinggi terhadap nilai pengujian kerapatan dengan nilai 0,732 gr/cm³. Kadar air dengan nilai 7,342%, modulus elastisitas (MOE) dengan nilai 3069,888 kg/cm². Pengembangan tebal setelah perendaman selama 24 jam dengan nilai 14,545%, kuat pegang sekrup sejajar permukaan dengan nilai 38,08 kg.

Kata kunci: Sifat fisis, mekanis, papan partikel, kayu karet.

PENDAHULUAN

Pabrik papan partikel pertama kali didirikan pada tahun 1974. Pada tahun 1984 terdapat 6 buah pabrik papan partikel yang terletak di Jawa, Kalimantan dan Sumatera. Perkembangan yang berarti terjadi pada tahun 1980 sejalan dengan perkembangan industri kayu lapis dan industri perekat. Pada tahun 1994 terdapat 18 buah pabrik papan partikel yang tersebar di Jawa, Sumatra, Kalimantan dan Maluku dengan jumlah kapasitas lebih dari 1 juta m³/tahun (Sutigno, 2002).

Konsumen selalu menginginkan produk yang berkualitas tinggi. Oleh karena itu produsen papan partikel diuntut untuk selalu memenuhi standar mutu yang diinginkan oleh pasar. Tinggi rendahnya mutu atau kualitas suatu produk dapat diketahui melalui perbandingan kualitas produk dengan spesifikasi standar yang dijadikan acuan. Spesifikasi umumnya memuat sekelompok sifat-sifat penting dari produk yang dihasilkan.

Penetapan standar kualitas produk papan partikel dimaksudkan untuk menyeragamkan penafsiran tentang tinggi rendahnya mutu papan partikel, baik pabrik sebagai produsen maupun konsumen atau pihak lain yang berkepentingan. Bagi masing-masing Negara, standar produk itu sendiri berbeda-beda sesuai dengan keperluan dan sifat yang diutamakan.

Suatu cara untuk mengetahui apakah produk papan partikel memenuhi standar yang diinginkan dapat dilakukan melalui pengujian sifat-sifat utama produk tersebut, dan hasil pengujian dibandingkan dengan standar yang ada. Disamping itu hasil pengujian dapat dipakai untuk mendeteksi kecenderungan perubahan kualitas produk yang dapat dikaitkan dengan proses, alat atau perubahan operasi. Dalam penelitian ini akan diuji beberapa sifat fisis dan mekanis papan partikel yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah papan partikel yang diperoleh dari PT. A dan PT. B di Sukabumi. Papan partikel yang diuji adalah papan partikel dengan tiga ketebalan yang berada untuk PT. A 0,9 cm, 1,2 cm dan 1,5 cm sedangkan untuk PT. B 1,2 cm, 1,5 cm dan 1,8 cm.

Metode

1. Parameter yang Diamati

Metode pengujian sifat finis dan mekanis papan semen mengacu pada ketentuan yang ditetapkan oleh SNI 2015-1991. Uji sifat fisik yang dilakukan meliputi : uji kerapatan, kadar air, penembangan tebal. Uji sifat mekanis meliputi : modulus patah (modulus of Rupture = MOR), modulus lentur (Modulus of Elasticity = MOE), dan keteguhan rekat internal (Internal Bond)

2. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). 3x4 Pelakuannya adalah faktor ketebalan 3 buah, 5 kali ulangan (Sujana, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisis

1. Kerapatan

Nilai kerapatan papan partikel dari perusahaan A dan perusahaan B disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rata-rata Kerapatan Papan Partikel PT. A dan PT. B

PERUSAHAAN	KETEBALAN (cm)	KERAPATAN (g/cm ³)
PT. A	0,9	0,755
	1,2	0,692
	1,5	0,680
PT. B	1,2	0,732
	1,5	0,709
	1,8	0,602

Berdasarkan data Tabel 1, terlihat bahwa nilai kerapatan untuk PT. A terendah 0,68 gram/cm³ tercapai pada tingkat ketebalan 1,5 cm dan kerapatan tertinggi 0,755 gram/cm³ tercapai pada tingkat ketebalan 0,9 cm. sedangkan PT. B nilai kerapatan terendah 0,602 gram/cm³ tercapai pada tingkat ketebalan 1,8 cm dan kerapatan tertinggi 0,732 gram/cm³ tercapai pada tingkat ketebalan 1,2 cm.

Hasil analisis sidik ragam untuk melihat pengaruh ketebalan terhadap kerapatan papan partikel pada perusahaan A disajikan pada Tabel 2 dan pada perusahaan B disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Sidik Ragam Kerapatan Papan Partikel PT. A

SK	Db	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	2	0,016	0,008	20**	3,88	6,93
Galat	12	0,005	0,0004			

Keterangan : **Sangat Nyata

Tabel 3. Sidik Ragam Kerapatan Papan Partikel PT. B

SK	Db	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,049	0,0245	35**	3,88	6,93
Galat	12	0,008	0,0007			

Keterangan : Sangat Nyata

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa ada pengaruh yang sangat nyata dari tingkat ketebalan terhadap nilai kerapatan papan partikel untuk PT. A. Demikian juga pada Tabel 3 terlihat adanya pengaruh yang sangat nyata dari tingkat ketebalan terhadap nilai kerapatan papan partikel untuk PT. B.

2. Kadar Air

Nilai kadar air papan partikel dari perusahaan A dan perusahaan B disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Kadar Air PT. A Dan PT. B

PERUSAHAAN	KETEBALAN (cm)	RATA-RATA KADAR AIR (%)
PT. A	0,9	5,066
	1,2	5,109
	1,5	5,744
PT. B	1,2	7,342
	1,5	7,700
	1,8	7,754

Berdasarkan data pada Tabel 4 diketahui bahwa kadar air meningkat dengan bertambahnya tingkat ketebalan. Nilai kadar air tertinggi PT. A 5,744% dicapai pada ketebalan 1,5 cm dan terendah 5,066% pada ketebalan 0,9 cm. seangkan pada PT. B nilai kadar air tertinggi 7,754% dicapai pada ketebalan 1,8 dan terendah 7,342% pada ketebalan 1,2 cm.

Untuk mengetahui pengaruh tingkat ketebalan terhadap nilai kadar air papan partikel, dilakukan sidik ragam pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Sidik Ragam Kadar Air Papan Partikel PT. A.

SK	Db	Jk	KT	F hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	1,441	0,72	5,781*	3,88	6,93
Galat	12	1,495	0,125			

Keterangan : *Berbeda Nyata

Tabel 6. Sidik Ragam Kadar Air Papan Partikel PT. B

SK	Db	Jk	Kt	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,502	0,251	1,258 TN	3,88	6,93
Galat	12	2,394	0,1995			

Keterangan : TN Tidak Nyata

Sedangkan hasil sidik ragam pada Tabel 6 menunjukan tidak adanya pengaruh dari tingkat ketebalan terhadap kadar air. Hasil pengujian kadar air papan partikel dari kedua perusahaan, nilai keseluruhan kadar airnya memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (Anonim , 1991).

3. Pengembangan Tebal

Nilai pengembangan tebal papan partikel dihitung setelah di rendam selama 2 jam. Nilai pengembangan tebal papan partikel dari perusahaan A dan perusahaan B disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Rata-Rata Pengembangan Tebal Papan Partikel Setelah Perendaman Selama 2 Jam PT. A dan PT. B.

PERUSAHAAN	KETEBALAN (cm)	PENGEMBANGAN TEBAL 2 JAM (%)
PT. A	0,9	7,228
	1,2	10,907
	1,5	12,426
PT. B	1,2	12,040
	1,5	14,917
	1,8	15,208

Berdasarkan data pada Tabel 7 diketahui bahwa nilai pengembangan tebal setelah perendaman selama 2 jam nilai tertinggi PT. A 12,426% dicapai pada tingkat ketebalan 1,5 cm dan terendah 7,228% pada tingkat ketebalan 0,9 cm. semakin tinggi ketebalan papan, pengembangan tebal semakin tinggi. Sedangkan PT. B tertinggi 15,208% dicapai pada tingkat ketebalan 1,8 cm dan terendah 12,04% pada tingkat ketebalan 1,2 cm. untuk mengetahui pengaruh tingkat ketebalan terhadap sifat pengembangan tebal dilakukan sidik ragam pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Sidik Ragam Pengembangan Tebal Papan Partikel Setelah Perendaman Selama 2 Jam PT. A.

SK	Ab	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	71,246	31,713	14,367**	3,88	6,93
Galat	12	29,285	2,44			

Keterangan : ** Sangat Nyata

Tabel 8 menunjukkan adanya pengaruh yang sangat nyata dari tingkat ketebalan terhadap sifat pengembangan tebal.

Tabel 9. Sidik ragam pengembangan tebal papan partikel setelah perendaman selama 2 jam PT. B.

SK	Ab	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	71,246	31,713	14,367**	3,88	6,93
Galat	12	29,285	2,44			

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari pengujian sifat pengembangan tebal 2 jam adalah nilai pengembangan tebal akan menurun dengan semakin bertambahnya tingkat ketebalan papan partikel. Sedangkan nilai hasil pengujian pengembangan tebal selama 2 jam untuk ketebalan 0,9 cm dan 1,2 cm memenuhi Standar Nasional Indonesia (Anonim , 1991)

Sifat Mekanis

1. Modulus Patah (MOR)

Nilai modulus of Rupture (MOR) atau modulus patah papan partikel dari perusahaan A dan perusahaan B disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Rata-Rata Modulus Patah PT. A Dan PT. B.

PERUSAHAAN	KETEBALAN (cm)	RATA-RATA MODULUS PATAH (kg/cm ²)
PT. A	0,9	165,436
	1,2	138,738
	1,5	119,205
PT. B	1,2	85,654
	1,5	83,466
	1,8	61,259

Berdasarkan data pada Tabel 10 diketahui bahwa nilai modulus patah tertinggi PT. A 165,436 kg/cm² diperoleh pada tingkat ketebalan 0,9 cm dan terendah 119,205 kg/cm² pada tingkat ketebalan 1,2 cm dan trendah 61,259kg/cm² pada tingkat ketebalan 1,8 cm. untuk mengetahui pengaruh tingkat ketebalan papan partikel terhadap modulus patah, maka dilakukan perhitungan sidik ragam pada Tabel 11 dan 12.

Tabel 11. Sidik Ragam Modulus Patah Papan Partikel PT. A.

SK	Db	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	5343,778	2671,889	2,402 TN	3,88	6,93
Galat	12	13349,955	1112,496			

Keterangan : TN Tidak Nyata

Tabel 12. Sidik ragam modulus patah papan partikel PT. B.

SK	db	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	1821,722	910,861	2,719 TN	3,88	6,93
Galat	12	4019,93	334,994			

Keterangan : TN Tidak Nyata

Hasil sidik ragam pada Tabel 11 menunjukkan tidak adanya pengaruh dari tingkat ketebalan papan partikel terhadap modulus patah. Demikian juga hasil sidik ragam pada Tabel 12 menunjukkan tidak adanya pengaruh dari tingkat ketebalan papan partikel terhadap modulus patah. Menurut hasil analisa pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi tingkat ketebalan papan partikel maka nilai modulus patahnya akan semakin menurun.

Hasil pengujian modulus patah untuk PT. A secara keseluruhan memenuhi persyaratan SNI 1,5 cm yaitu 119,205 kg/cm². Sedangkan untuk PT. B nilai modulus patah secara keseluruhan tidak memenuhi persyaratan SNI, dimana nilai modulus patah menurut Standar Nasional Indonesia (anonym, 1991) adalah minimum 100 kg/cm².

2. Modulus Elastisitas (MOE)

Nilai modulus elastisitas (MOE) papan partikel dari perusahaan A dan perusahaan B disajikan pada Tabel 13

Tabel 13. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas PT. A dan PT. B.

PERUSAHAAN	KETEBALAN (cm)	MODULUS ELASTISITAS (kg/cm ²)
PT. A	0,9	4345,954
	1,2	2719,988
	1,5	2112,236
PT. B	1,2	3069,888
	1,5	1839,371
	1,8	1051,916

Berdasarkan data pada Tabel 13 diketahui bahwa nilai modulus elastisitas terendah PT. A 2112,236 kg/cm² diperoleh pada tingkat ketebalan 1,5 cm dan tertinggi 4345,954 kg/cm² pada tingkat ketebalan 0,9 cm. Sedangkan PT. B nilai modulus elastisitas tertinggi 3039,888 kg/cm² dicapai pada tingkat ketebalan 1,2 cm dan terendah 1051,916 kg/cm² pada tingkat ketebalan 1,8 cm untuk mengetahui pengaruh tingkat ketebalan papan partikel terhadap modulus elastisitas, maka dilakukan sidik ragam dan hasilnya dijelaskan pada Tabel 14 dan 15.

Tabel 14. Sidik Ragam Modulus Elastisitas Papan Partikel PT. A.

SK	Db	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	13337708,61	666854,305	6,488*	5%	1%
Galat	12	12334456,88	1072871,407		3,88	6,93

Keterangan : *Berbeda nyata

Tabel 15. Sidik Ragam Modulus Elastisitas Papan Partikel PT.B.

SK	Db	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	10344736,49	5172368,245	5,799*	3,88	6,93
Galat	12	10703958,13	891996,511			

Keterangan : *Berbeda nyata

Hasil sidik ragam pada Tabel 14 menunjukkan adanya pengaruh berbeda nyata dari tingkat ketebalan papan partikel terhadap modulus elastisitas. Demikian juga dengan Tabel 15 menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda nyata dari tingkat ketebalan papan partikel terhadap modulus elastisitas. Untuk nilai modulus elastisitas tidak dipersyaratkan oleh Standar Nasional Indonesia (Anonim, 1991).

3. Rekat internal (*Internal Bond*)

Nilai keteguhan rekat internal papan partikel dari perusahaan A dan perusahaan B disajikan pada Tabel 16

Tabel 16. Nilai Rata-rata Rekat Internal PT. A dan PT. B.

PERUSAHAAN	KETEBALAN (cm)	Rekat Internal (kg/cm ²)
PT. A	0,9	4,775
	1,2	4,377
	1,5	4,263
PT. B	1,2	5,777
	1,5	1,888
	1,8	1,676

Berdasarkan data pada Tabel 16 maka diketahui bahwa nilai rekat internal terendah untuk PT. A 4,263 kg/cm² pada tingkat ketebalan 1,5 cm dan tertinggi 4,775 kg/cm² pada tingkat ketebalan 0,9 cm. Sedangkan PT. B nilai rekat internal tertinggi 5,777 kg/cm² dicapai pada tingkat ketebalan 1,2 cm dan terendah 1,676 kg/cm² pada tingkat ketebalan 1,8 cm. Untuk mengetahui pengaruh tingkat ketebalan papan partikel terhadap rekat internal, maka dilakukan pada Tabel 17 dan 18. sidik ragam

Tabel 17. Sidik Ragam Rekat Internal Papan Partikel PT. A

SK	Db	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,722	0,631	0,637 TN	3,88	6,93
Galat	12	6,798	0,567			

Keterangan : TN Tidak Nyata

Tabel 18. Sidik Ragam Rekat Internal Papan Partikel PT. B

SK	Db	Jk	KT	F hit	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	53,321	26,661	58,725**	3,88	6,93
Galat	12	5,445	0,454			

Keterangan : ** Sangat Berbeda Nyata

Hasil sidik ragam pada Tabel 17 menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang nyata dari tingkat ketebalan papan partikel terhadap rekat internal, pada papan partikel produksi PT. A. Sebaliknya pada Tabel 18 menunjukkan adanya pada perusahaan B ada pengaruh yang sangat nyata dari tingkat ketebalan papan partikel terhadap rekat internal.

KESIMPULAN

1. Hasil analisa data pengujian menunjukkan bahwa tingkat ketebalan berpengaruh terhadap semua pengujian. Semakin tinggi ketebalan papan partikel maka akan semakin pengembangan tebal.
2. Tingkat ketebalan 0,9 cm dari PT. A memberikan hasil tertinggi terhadap nilai pengujian kerapatan dengan nilai 0,755 gram/cm³, kadar air dengan nilai 5,066%, modulus patah (MOR) dengan nilai 4345,954 kg/cm², pengembangan tebal selama 2 jam dengan nilai 7,228%. Sedangkan tingkat ketebalan 1,2 cm dari PT. B memberikan hasil terbaik terhadap nilai pengujian kerapatan dengan nilai 0,732 gram/cm³, kadar air dengan nilai 7,342%, modulus elastisitas (MOE) dengan nilai 3069,888 kg/cm².
3. Berdasarkan standar pengujian Standar Nasional Indonesia (Anonim,1991) nilai hasil pengujian papan partikel yang memenuhi standar untuk PT. A adalah untuk jenis pengujian kerapatan, kadar air, pengembangan tabel 2 jam, modulus patah (MOR), sedangkan hasil penelitian rekat internal dan kuat pegang sekrup tegak lurus permukaan tidak memenuhi standar pengujian. Untuk nilai modulus elastisitas (MOE), tidak disaratkan oleh standar pengujian yang digunakan untuk PT. B adalah untuk jenis pengujian kerapatan, kadar air, pengembangan tabel 24 jam, dan kuat pegangan sekrup sejaja permukaan. Sedangkan hasil pengujian modulus paatah (MOR), pengembangan tabel 2 jam rekat internal dan kuat pegang sekrup tegak lurus permukaan tidak memenuhi standar pengujian. Untuk nilai modulus elastisitas (MOE) tidak disyaratkan oleh standar pengujian yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.1966. *Plywood And Other Wood Based Panel*. Food And Agriculture Organization Of United Nation.
-----,1991. *Papan Partikel Datar*. SNI-2105-1991-A Dewan Standrarisasi Nasional. Jakarta.
- Sudjana, 2012. *Metode Statistika*. Penerbit "Tarsito". Bandung.
- Sutigno, P.2002. *Teknologi Papan Partikel*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan Bogor.

SIFAT PEMESINAN KAYU RANDU

M.I. Iskandar

Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan
Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jln. Gunung Batu No. 5 Bogor
Email: mi.iskandar@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat pemесinan kayu randu. Metode yang digunakan standar ASTM D16666-64 yang dimodifikasi. Hasil penelitian menunjukkan diameter rata-rata dolok kayu randu 89,79%, taper 0,011 cm/m dan kelengkungan 0,02%. Rendemen penggergajian 77,99%, presentasi kerja 31,33 m²/jam. Berdasarkan klasifikasi kelas pemесinan, kelima sifat pengerjaan pada kayu randu berada pada kelas baik (II), kecuali untuk pemboran termasuk kelas sedang (III), dan kelas IV untuk pembubutan. Cacat berbulu halus merupakan jenis cacat paling banyak ditemukan pada kelima proses pemесinan. Secara umum kayu randu cukup mudah untuk dikerjakan.

Kata kunci: Sifat pemесinan, kayu randu.

PENDAHULUAN

Nama ilmiah untuk tanaman randu adalah *Ceiba Petandra* (L) Gaerin, termasuk dalam famili Nombacaceae. Tanaman ini masih mempunyai hubungan keluarga dengan durian, karena keduanya masih termasuk suku yang sama. Menurut banyak dugaan para ahli, randu berasal dari Amerika Selatan dan melalui Afrika sekitar abad 10 randu tersebut sampai Indonesia. Namun dalam persingaaannya itu, randu tersebut mengalami perubahan dari bentuknya yang semula, dari perubahan itulah menimbulkan ciri masing-masing.

Tanaman Randu dapat tumbuh tinggi mencapai 15 - 50 m dan bercabang yang tumbuh melingkar di sekeliling batang, ada yang mendatar dan ada pula yang menyudut, serta cabang tersebut tersusun seperti jeruji pedati. Memiliki batangnya besar pada bagian pangkal yang semakin ke ujung semakin mengecil dan berakar papan/tunjang, berdaun majemuk yang masing-masing mempunyai 3-9 anak daun, dan bunganya tumbuh menyendiri atau dalam karangan, menggantung, berwarna hijau semasih muda dan berwarna coklat setelah muda. (setiadi, 2003).

Namun tanaman randu jarang dimanfaatkan oleh masyarakat. Hal ini kemungkinan karena kurang diketahuinya sifat-sifat dari pohon randu. Salah satu sifat yang perlu diketahui adalah sifat permesinannya.

Penelitian sifat pemесinan kayu bertujuan untuk menyediakan informasi teknis mengenai respon kayu apabila dikerjakan secara maksimal, seperti dalam pekerjaan penyerutan, pembentukan, pengampelasan, pemboran dan pembubutan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan kayu yang diteliti berasal dari Bogor, Jawa Barat, yaitu kayu randu, jumlah dolok kayu randu 18 potong. Sedangkan peralatan yang digunakan antara lain meteran, caliper, loupe, mesin serut/ketam, mesin bentuk, mesin bubut, mesin bor, mesin ampelas dan mesin gergaji.

Pengukuran dimensi dolok, penggergajian dan penelitian sifat pemесinan dilakukan di laboratorium penggergajian dan pengerjaan Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor.

Metode

1. Pengukuran dimensi dolok

Setelah batang dipotong-potong (bucking logs), diukur diameter pangkal, diameter ujung dan taper setiap dolok untuk menetapkan kebundaran, kelengkungan dan volume dolok menurut standar pengujian kayu bulat rimba Indonesia (Anonim, 1990). Selain itu, diamati pula ada tidaknya cacat seperti retak/pecah bontos.

2. Pengukuran rendemen dan prestasi kerja

Selama proses penggergajian diukur waktu penggergaji. Hasil dari penggergajian berupa papan kemudian dibuang cacat-cacat yang terjadi untuk diperoleh nilai rendemen penggergajian. Dari nilai rendemen dan lamanya waktu penggergajian, diperoleh data prestasi kerja.

3. Pembuatan contoh uji pemesian

Untuk contoh uji pemesian menggunakan papan kayu dalam keadaan kering oven. ukuran papan 120 cm x 12,5 cm x 2,5 cm sebanyak 20 buah untuk setiap jenis kayu. Ukuran contoh uji, cacat-cacat pemesian yang diteliti dan diklasifikasi pemesian mengikuti standar ASTM D-1666-64 yang dimodifikasi (Akub dan Suparman, 1982).

a. Penyerutan

Ukuran contoh uji : 90 cm x 10 cm x 2 cm

b. Pembentukan

Ukuran contoh uji : 90 cm x 10 cm x 2 cm

c. Pemboran

Ukuran contoh uji : 30 cm x 5 cm x 2 cm. dibuat 2 buah lobang bor, dengan kecepatan putar mata bor menit maksiml 3.600 rpm.

d. Pengampelasan

Ukuran contoh uji : 40 cm x 5 cm x 2 cm

e. Pembubutan

Ukuran contoh uji : 12 cm x 2 cm x 2 cm. pembubutan sedalam 3 mm, dengan kecepatan mesi bubut maksimal 3.200 rpm.

Seluruh contoh uji selanjutnya diuji lalu dinilai jenis dan persentase cacat yang timbul pada permukaan contoh uji. Hasil pengujian diklasifikasikan seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengklasifikasikan sifat pemesian kayu menjadi sebagai berikut :

Nilai bebas cacat (%)	Kelas	Sifat pemesian
0 – 20	V	Sangat jelek
21 – 40	IV	Jelek
41 – 60	III	Sedang
61 – 80	II	Baik
81 – 100	I	Sangat baik

Sumber : Rachman dan Balfas, 2007

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Dimensi dan volume dolok

Dolok kayu randu yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Berkisar antara 19,75 cm sampai dengan 62,5 cm dengan rata-rata 39,19 cm. hasil pengukuran berikutnya yaitu panjang dolok rata-rata 200 cm, bentuk dolok rata-rata baik dengan nilai kebugaran 89,79% dengan nilai ada diantara 72,97% sampai dengan 100%.taper rata-rata 0,011 cm/m, dengan nilai ada diantara 0,000 cm/m sampai dengan 0,030 cm/m. kelengkungan dolok berkisar antara 0,00 % sampai dengan 0,12 dengan rata-rata 0,02%. Mutu dolok randu yang diteliti pada umumnya bermutu baik.

Volume dolok randu yang diteliti bervariasi sekali dari 0,1145 m³ sampai dengan 0,6133 m³, dengan nilai rata-rata dari 18 ulangan yaitu 0,2699 m³.

Tabel 2. Nilai rata-rata dimensi dan volume dolok randu.

No	Jenis kayu	Ulangan	Pjg (cm)	Dmr (cm)	Tpr (cm/m)	Kbr (%)	Lkg (%)	Vol (m ³)
1.	Randu	18	200	39,19	0,011	89,79	0,02	0,2699

Keterangan : Pjg = Panjang, Dmr = Diameter, Tpr = Taper, Kbr = kebundaran, Lkg = Kelengkungan dan Vol = Volume.

2. Rendemen dan Presentasi Kerja.

Rendemen penggergajian dipengaruhi oleh panjang, diameter, taper, kebundaran dan kelengkungan dolok, makin besar pula rendemennya. Sebaliknya makin besar taper doloknya, makin kecil rendemennya. Kualitas dolok juga mempengaruhi tinggi rendahnya rendemen.

Tabel 3. Rendemen dan prestasi kerja kayu randu.

No	Jenis kayu	Ulangan	Rendemen (%)	Prestasi kerja (m ² /jam)
1	Randu	49	77,99	31,33

Rendemen kayu randu adalah 77,99%, sedangkan prestasi kerja penggergajian 31,33 m²/jam. Data rendemen dan prestasi kerja penggergajian dapat dilihat pada Tabel 3.

3. Sifat Pemesinan

Pengujian sifat pemesinan terhadap kayu randu meliputi penyerutan, pembetulan, pengampelasan, pemboran dan pembubutan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa presentase bebas cacat terendah terjadi pada pembubutan (37,50%), cacat berbulu halus merupakan jenis cacat yang paling banyak ditemukan pada kelima sifat proses pemesinan.

Berdasarkan hasil penelitian secara umum kayu randu cukup mudah untuk dikerjakan. Proses pemboran, mengakibatkan timbulnya bebas cacat yang cukup tinggi yaitu 41,17% dengan jenis cacat yang tertinggi yaitu jenis cacat pengampelasan yaitu 70,83%, kemudian diikuti oleh jenis bebas pembentukan cacat 65% dan penyerutan 62,33%. Data prosentase bebas cacat pemesinan kayu randu selengkapnya tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Prosentase bebas cacat pemesinan kayu randu.

No	Jenis kayu	Bebas cacat (%)				
		Penyerutan	Pembetulan	Pengampelasan	Pemboran	Pembubutan
1	Randu	62,33	65,00	70,83	41,17	37,50

Hasil evaluasi sifat pemesinan pada kayu Randu bebas cacat yang meliputi penyerutan, pemebntukan, pengampelasan, pemboran dan pembubutan, maka sifat pemesinan kayu randu masuk kelas II sampai kelas IV, seperti disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5.. Kelas pemesinan kayu randu.

No	Jenis Kayu	Penyerutan	Pembetulan	Pengampelasan	Pemboran	Pembubutan
1	Randu	II	II	II	III	IV

Berdasarkan Tabel 5 dapat dikemukakan bahwa kelas pemesinan kayu randu berada pada keles baik (II), kecuali pada pemboran termasuk kelas III yaitu sedang dan pada pembubutan termasuk kelas IV yaitu sifat pemesinannya.

Tabel 6. Penggunaan kayu randu berdasarkan sifat pemesinannya.

No	Sifat pemesinan	Penggunaan untuk
1.	Penyerutan	Panel, daun meja, pelapis dinding, langit-langit dan lantai.
2.	Pembentukan	Moulding dan barang ukiran
3.	Pengampelasan	Panel, daun meja, pelapis dinding, langit-langit, dan lantai.
4.	Pemboran	Sambung pasak.
5.	Pembubutan	-

DAFTAR PUSTAKA

- Annonim, 1990. Standar pengujian kayu bulat rimba Indonesia. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Akub, J.A dan Suparman, K, 1982. Sifat pemesinan kayu-kayu Indonesia. Laporan BPHH No. 160, Bogor.
- Ranchman, O.dan Balfas, J., 2007. Sifat pemesinan 36 jenis kayu dari daerah Irian Jaya. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Bogor.

KARAKTERISTIK POT ORGANIK BERBAHAN DASAR LIMBAH PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Eko Sutrisno & Agus Wahyudi

Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan
Jln. Raya Bangkinang – Kuok KM. 09, Kabupaten Kampar
Email : ekokuksutrisno@gmail.com

ABSTRAK

Provinsi Riau terkenal sebagai surganya sektor perkebunan khususnya kelapa sawit. Maka tidak terelakkan lagi banyaknya limbah organik yang akan dihasilkan dari sektor usaha ini. Tujuan dari penelitian ini adalah pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit menjadi pot organik bibit tanaman kehutanan yang ramah lingkungan. Kegiatan dilakukan di Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap 15 perlakuan dengan 2 kali ulangan. Pembuatan pulp dilakukan dengan semi kimia (soda panas terbuka), dengan konsentrasi NaOH 8%, perbandingan larutan pemasak 1:10 dan waktu pemasakan 2 jam pada suhu 100°C. Komposisi campuran serat limbah tandan kosong kelapa sawit, limbah kertas bungkus semen dan perekat. Terdapat 15 perlakuan komposisi tandan kosong kepala sawit, limbah pembungkus kertas semen dan perekat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pot organik untuk bibit tanaman mempunyai nilai kerapatan 0,21-0,30 g/cm³, dan kadar air 10,19-11,60%. Sedangkan nilai penyerapan air dan pengembangan tebalnya berturut-turut sebesar 110,12-127,01% dan 30,67-41,17%.

Kata kunci : Kelapa sawit, pembuatan pulp, pot organik

PENDAHULUAN

Kembali ke alam merupakan istilah yang tepat untuk menggambarkan kondisi ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini. Sampai saat ini, khususnya pada sektor penyediaan bibit secara massal ada beberapa kegiatan yang belum ramah lingkungan salah satunya adalah penggunaan polybag yang berbahan plastik. Polybag atau plastik-plastik bekas bibit tanaman kehutanan akan ditinggalkan di areal penanaman, sehingga akan menimbulkan permasalahan lingkungan. Plastik-plastik bekas polybag yang digunakan dalam rehabilitasi lahan dan hutan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terdekomposisi secara alami.

Selain permasalahan lingkungan, penggunaan polybag untuk penyediaan bibit tanaman di dalam proses pengeluaran bibit dari polybag seringkali menimbulkan masalah kerusakan pada akar bibit tanaman. Menurut Budi (2012) kerusakan akar pada saat proses pengeluaran bibit dari kontainernya dapat mempengaruhi proses adaptasi dan pertumbuhan tanaman di lapangan.

Kelapa sawit merupakan tanaman yang sangat produktif dimana dari daun hingga akarnya dapat diolah menjadi produk teknologi. Produksi buah kelapa sawit mencapai 7.340.809 ton pada tahun 2012 (BPS Riau, 2013). Buah kelapa sawit yang sudah diambil minyak intinya akan menghasilkan limbah hasil pengepresan berupa sabut buah sawit. Limbah ini biasanya dibuang begitu saja atau hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler pabrik.

Menurut Lubis *et. al* (1994) limbah kelapa sawit yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku biopot ramah lingkungan adalah tandan kosong kelapa sawit karena jumlahnya cukup banyak yaitu 1,9 juta ton berat kering atau setara 4 juta ton berat basah per tahun dan sudah terkumpul di industri pengolahan minyak sawit. Produksi tandan buah segar rata-rata sebanyak 15 ton/ha/th, dimana limbah sabut kelapa sawitnya sebesar 6,3% sehingga dapat diketahui potensi sabut kelapa sawit yaitu 0,95 ton/ha/th. Untuk tandan kosong kelapa sawit adalah 27% sehingga terdapat limbah tandan kosong kelapa sawit sebanyak 4,05 ton/ha/th.

Peningkatan produksi kelapa sawit akan meningkatkan limbah padat berupa tandan kosong, sabut kelapa sawit dan lain lain. Energi biomassa yang jumlahnya sangat besar dan belum banyak dimanfaatkan adalah limbah pabrik kelapa sawit (PKS) yang jumlahnya mencapai ribuan ton. Saat ini diperkirakan jumlah

limbah pabrik kelapa sawit di Indonesia mencapai 28,7 juta ton limbah cair/tahun dan 15,2 juta ton limbah padat (TKKS)/tahun (Saepudin,2010).

Pemanfaatan serat sawit ini diharapkan dapat membantu memberikan solusi melimpahnya limbah sabut/tandan kosong kelapa sawit di pabrik pengolahan kelapa sawit dan menghasilkan bahan baru yang digunakan untuk membuat produk yang bernilai ekonomi lebih tinggi dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di laboratorium pulp Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan. Penelitian dilaksanakan mulai bulan agustus sampai dengan Nopember 2012.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tandan kosong kelapa sawit (tankos), limbah kertas pembungkus semen, tepung tapioka, getah pinus dan damar . Alat – alat yang dipakai adalah golok, ember stainless steel, kompor gas, holander beater dan mould hot press.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat 15 perlakuan dengan ulangan 2 kali, maka pot organik yang dibuat sebanyak 30 buah. Adapun perlakuan yang dicobakan sebagai berikut ;

- 1.Komposit tankos 100% + kertas semen 0% + tapioka 5%
- 2.Komposit tankos 90% + kertas semen 10% + tapioka 5%
- 3.Komposit tankos 80% + kertas semen 20% + tapioka 5%
- 4.Komposit tankos 70% + kertas semen 30% + tapioka 5%
- 5.Komposit tankos 60% + kertas semen 40% + tapioka 5%
- 6.Komposit tankos 100% + kertas semen 0% + damar 5%
- 7.Komposit tankos 90% + kertas semen 10% + damar 5%
- 8.Komposit tankos 80% + kertas semen 20% + damar 5%
- 9.Komposit tankos 70% + kertas semen 30% + damar 5%
- 10.Komposit tankos 60% + kertas semen 40% + damar 5%
- 11.Komposit tankos 100% + kertas semen 0% + getah pinus 5%
- 12.Komposit tankos 90% + kertas semen 10% + getah pinus 5%
- 13.Komposit tankos 80% + kertas semen 20% + getah pinus 5%
- 14.Komposit tankos 70% + kertas semen 30% + getah pinus 5%
- 15.Komposit tankos 60% + kertas semen 40% + getah pinus 5%

Tahapan Pelaksanaan

1.Penguraian serat (*pulping*)

Tandan kosong kelapa sawit dibuat serpih dengan ukuran 3 x 2 cm kemudian dikering udarakan selama satu minggu hingga diperoleh kadar air kesetimbangan. Sebelum serpihan tandan kosong kelapa sawit dibuat pot organik, terlebih dahulu dibuat pulp. Pembuatan pulp dilakukan dengan proses semi kimia (soda panas terbuka). Pengolahan pulp menggunakan larutan NaOH teknis dengan konsentrasi soda sebesar 8%, perbandingan serpih dan larutan pemasak 1 : 10 dan suhu pemasak 100°C selama 2 jam. Serpih hasil pemasakan dicuci hingga bersih dari bahan kimia kemudian digiling menggunakan hollander beater (konsistensi 3%) hingga diperoleh derajat kehalusan serat sekitar 500 – 600 ml CSF. Dalam pembuatan pot organik tanaman ramah lingkungan, serat tandan kosong kelapa sawit (tankos) dan limbah kertas bungkus semen dicampur dan diaduk sampai homogen sesuai komposisi perlakuan.

2.Pencetakan (*pressing*)

Setelah bahan baku dan perekat dicampur, proses selanjutnya adalah pencetakan pot organik. Kondisi pengempaan dilakukan pada suhu 150-175°C selama 15-20 menit. Potray bibit tanaman dibuat dengan proses press panas berbentuk tabung dengan ukuran diameter bawah 5 cm, diameter atas 7 cm, tinggi 12 cm serta ketebalan 1 cm. Setelah pengempaan dilakukan pengkondisian selama 2-3 minggu, kemudian dilakukan pengujian sifat fisis. Pot organik yang dibuat berkerapatan berkisar antara 0,3 – 0,4 g/cm³.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik serat tandan kosong kelapa sawit

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan pot organik adalah limbah tandan kosong kelapa sawit dari pabrik kelapa sawit di wilayah Kabupaten Rokan Hulu dan limbah kertas bungkus semen. Hasil pengukuran sifat morfologis dan kimia limbah tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat morfologis dan kimia tandan kosong kelapa sawit.

Parameter Sifat Morfologis		Tandan Kosong Kelapa Sawit
a.	Panjang serat (μ)	740
b.	Diameter serat (μ)	10,14
c.	Diameter lumen (μ)	3,14
d.	Tebal dinding serat (μ)	3,52

Sumber : data primer diolah

Tabel 2. Kriteria kualitas dimensi serat untuk bahan baku pulp

Uraian	Kelas Kualitas					
	I		II		III	
	Syarat	Nilai	Syarat	Nilai	Syarat	Nilai
Panjang serat, μ	> 2000	100	1000-2000	50	< 1000	25
Perbandingan Runkel (2w/l)	< 0,25	100	0,25 – 0,50	50	0,50 – 1,0	25
Daya tenun (L/d)	> 90	100	50 - 90	50	< 50	25
Perbandingan Muhlsteph $\frac{d^2 - l^2}{d^2} \times 100\%$	< 30	100	30 - 60	50	60 - 80	25
Perbandingan Fleksibilitas (l/d)	> 0,80	100	0,50 – 0,80	50	< 0,50	25
Koefisien kekakuan w/d	< 0,10	100	0,10 – 0,15	50	> 0,15	25
Selang	450 – 600		225 - 449		< 225	

Keterangan: L = Panjang serat, d = diameter serat, l = Diameter lumen, w= tebal dinding serat

Sumber: Rahman dan Siagian (1976)

Tabel 3. Kualitas serat tandan kosong kelapa sawit

No	Kriteria	Tandan Kosong Kelapa Sawit	Nilai
1	Panjang serat (<i>Fiber Length</i>)	740	25
2	Perbandingan Runkel (<i>Runkel Ratio</i>)	2.24	25
3	Daya tenun (<i>Felting Power</i>)	72.98	50
4	Perbandingan Muhlsteph (<i>Muhlsteph Ratio</i>)	90.41	25
5	Perbandingan Fleksibilitas (<i>Flexibility Ratio</i>)	0.31	25
6	Koefisien kekakuan (<i>Coefficient of Rigidity</i>)	0.35	25
Nilai			175
Kualitas			III

Berdasarkan hasil uji sifat morfologi serat dan dimensi serat serta turunannya, serat limbah tandan kosong kelapa sawit yang digunakan termasuk dalam katagori kelas kualitas III. Hal ini karena serat limbah tandan kosong kelapa sawit memiliki panjang serat yang pendek < 1,0 mm dan perbandingan runkel yang besar. Serat tandan kosong kelapa sawit dengan dimensi serat tersebut akan sulit untuk dipipihkan, sehingga jalinan antar serat yang terbentuk akan tidak baik.

Panjang serat berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik kertas seperti kekuatan dan kekakuan, khususnya kekuatan sobek yang akan menurun seiring dengan menurunnya panjang serat. Serat panjang memungkinkan terjadinya ikatan antar serat yang lebih luas, tetapi dengan semakin panjang serat maka kertas akan semakin kasar (Casey, 1980). Semakin panjang serat kayu akan memperluas permukaan ikatan antar serat pada saat penggilingan sehingga menghasilkan jalinan antar serat yang lebih kuat.

Serat dengan *runkel ratio* tinggi menunjukkan bahwa serat tersebut memiliki dinding yang tebal dan diameter lumen yang kecil. Pulp yang dihasilkan sulit digiling dan memiliki daerah ikatan antar serat yang lebih sempit sehingga akan menghasilkan lembaran pulp dengan sifat mekanis yang rendah. Pada tandan kosong kelapa sawit, daya tenun serat termasuk kedalam kategori sedang. Semakin tinggi nilai daya tenun maka serat cenderung semakin lentur. Nilai untuk perbandingan *mulsteph* tergolong rendah. Serat dengan *Mulsteph ratio* yang rendah mempunyai luas permukaan yang kecil sehingga luas daerah ikatan dan kontak antar serat semakin menurun.

Hasil uji sifat kimia serat limbah tandan kosong kelapa sawit menunjukkan nilai kadar selulosa yang rendah, dan kadar lignin yang tinggi sebagaimana pada Tabel 5. Keberadaan selulosa yang tinggi akan membentuk kecenderungan kuat membentuk ikatan – ikatan hydrogen dan intermolekul. Menurut Casey (1980), selulosa dalam kayu berikatan dengan banyak zat lain yang berbeda antara lain hemiselulosa dan llinin. Pemisahan selulosa dari zat pengotor terjadi pada saat proses pembuatan pulp. Zat lain tersebut hanya berperan sebagai zat pengotor dan penyebab turunnya kualitas pulp yang dihasilkan.

Tabel 4. Kriteria kimia kayu untuk bahan baku pulp

Komposisi Kimia	Bahan baku kayu		Bahan baku non kayu
	Softwoods	Hardwoods	
Selulosa (rantai panjang tidak bercabang)	42 ± 2%	45 ± 2%	36 ± 2%
Hemiselulosa (rantai pendek bercabang)	27 ± 2%	30 ± 5%	38 ± 2%
Lignin	28 ± 3%	20 ± 4%	12 ± 4%
Zat ekstraktif	5 ± 3%	3 ± 2%	-

Sumber : Setiawan (2010)

Tabel 5. Kriteria kimia kayu untuk bahan baku pulp

Parameter		Tandan Kosong Kelapa Sawit
Sifat Kimia		
a.	Selulosa (%)	35,59
b.	Hemiselulosa (%)	62,98
c.	Lignin (%)	20,57
d.	Abu (%)	6,68

Sumber : data primer diolah

Keberadaan kadar lignin yang tinggi akan menyebabkan penurunan perbandingan fleksibilitas dan koefisien kekakuan. Menurut Haygreen dan Bowyer dalam Nugraheni (2008), lignin terdapat diantara sel dan di dalam dinding sel dengan kadar yang tidak menentu. Lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberikan ketegaran pada sel. Lignin juga berpengaruh dalam perubahan dimensi serat.

Karakteristik pot organik

Pemilihan bahan baku untuk pembuatan pot organik dan jenis perekat yang digunakan mencakup aspek kelestarian dan memperhitungkan dampak pada lingkungan. Konsep daur ulang dan ramah lingkungan menjadi pertimbangan khusus untuk menekan pencemaran tanah. Menurut Liew (2013), Pemanfaatan kertas koran bekas sebagai bahan pembuatan biopottray dengan perekat tepung tapioka, vinegar dan gliserol secara umum dapat terdegradasi. Nilai rata-rata sifat fisis pot organik dari campuran serat limbah tandan kosong kelapa sawit dan limbah kertas bungkus semen dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata sifat fisis pot organik.

No.	Perlakuan (tankos:kertas semen:perekat)	Sifat Fisis			
		Kerapatan (g/cm ³)	Kadar air (%)	D. serap air (%)	Peng. Tebal (%)
1	100:0:T5	0.2450 c	10.1850 a	125.9950 c	39.3550 b
2	90:10:T5	0.2300 b	11.1700 b	126.5000 c	39.3600 b
3	80:20:T5	0.2300 b	11.0750 ab	126.5750 c	39.3550 b
4	70:30:T5	0.2150 a	11.2800 b	127.0100 c	41.1650 b
5	60:40:T5	0.2100 a	10.6650 ab	126.2650 c	39.3900 b
6	100:0:D5	0.2850 ef	11.5950 b	111.5100 ab	31.8100 a
7	90:10:D5	0.2750 e	10.7900 ab	110.9950 ab	31.0100 a
8	80:20:D5	0.2800 ef	11.1500 b	113.1650 b	32.2400 a
9	70:30:D5	0.2700 de	11.2400 b	113.3200 b	33.0500 a
10	60:40:D5	0.2600 d	11. 5250 b	112.5500 ab	32.1150 a
11	100:0:P5	0.2950 f	10.7150 ab	111.2800 ab	32.1400 a
12	90:10:P5	0.2850 ef	10.9900 ab	110.3700 a	31.8200 a
13	80:20:P5	0.2850 ef	11.0500 ab	110.1200 a	30.6700 a
14	70:30:P5	0.2800 ef	10.8700 ab	111.3700 ab	31.4800 a
15	60:40:P5	0.2750 e	11.3850 b	111.3850 ab	30.7350 a

Nilai kerapatan pot organik berkisar antara 0,21 – 0,30 g/cm³, hal ini menunjukkan bahwa pot tersebut termasuk dalam kelompok papan serat kerapatan rendah. Kerapatan pot organik yang menggunakan perekat tapioka (0,21-0,25 g/cm³) umumnya lebih rendah dari pada yang menggunakan perekat damar (0,26-0,29 g/cm³) dan perekat getah pinus (0,28-0,30 g/cm³). Hal ini diduga ada kaitannya dengan perbedaan sifat ketiga perekat terhadap kelarutannya dalam air. Selain perekat, perbedaan komposisi campuran bahan pot organik juga berpengaruh terhadap nilai kerapatannya. Nilai kerapatan pot organik tertinggi terdapat pada campuran 100% serat tandan kosong kelapa sawit dengan perekat getah pinus yaitu sebesar 0,30 g/cm³. Menurut Nursyamsi (2014), biopotting yang dicetak secara kompak menjadikannya lebih padat dan kuat. Hal ini menyebabkan pertumbuhan sengon laut kurang bagus, karena akar kurang dapat menembus biopotting dan menyerap unsur hara yang terdapat pada biopotting.

Kadar air pot organik dengan perekat tapioka, getah damar dan getah pinus secara uji statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata yaitu antara 10,19 – 11,53%. Secara keseluruhan kadar air pot organik masih dibawah kadar air kering udara atau kadar air keseimbangan yaitu 15 – 18%. Rata-rata penyerapan air pot organik pada kondisi perendaman selama 24 jam, pot organik dengan perekat tapioka lebih tinggi dari pada perekat getah damar dan getah pinus. Selain faktor perekat, komposisi campuran bahan pot organik secara statistik tidak berpengaruh terhadap sifat penyerapan air. Penyerapan air tertinggi terdapat pada pot organik dengan bahan campuran 70:30 tankos:kertas semen dengan perekat tapioka yaitu 127,01% sedangkan yang terendah pada komposisi campuran 80:20 tankos:kertas semen dengan perekat getah pinus yaitu 110,37%.

Pengembangan tebal pot organik yang menggunakan perekat tapioka lebih tinggi dari pada kontainer yang menggunakan perekat getah damar dan getah pinus. Komposisi campuran bahan pot organik tidak berpengaruh terhadap nilai pengembangan tebalnya, campuran komposisi 70:30 tandan kosong sawit dan kertas semen dengan perekat tapioka memiliki nilai pengembangan tebal tertinggi yaitu 41,17%, sedangkan pengembangan terendah pada komposisi campuran 80:20 tandan kosong kelapa sawit dan kertas semen dengan perekat getah pinus dengan nilai pengembangan tebal 30,67%.

Menurut Budi (2012), melalui pengujian kekuatan dan kekakuan pot organik, penambahan perekat tapioka dapat meningkatkan kekuatan lentur dan menurunkan kekakuan (semakin elastis). Perekat tapioka memiliki kelenturan yang tinggi sehingga menyebabkan mudah ditembus oleh akar tanaman. Penggunaan bio kontainer dalam memproduksi massal bibit di rumah kaca mampu mempertahankan persentase tumbuh di lapangan. Campuran tanah gambut dan serat kelapa untuk bio kontainer sangat aplikatif ditanam untuk beberapa tipe lahan (Kuchny, 2011).

KESIMPULAN

Prototipe pot organik mempunyai nilai kerapatan antara 0,21 – 0,29 g/cm³ sehingga masuk dalam klasifikasi papan serat kerapatan rendah. Perbedaan komposisi tandan kosong kelapa sawit dan limbah pembungkus kertas semen dengan perekat tapioka secara umum memiliki nilai fisis yang mendekati standarisasi klasifikasi papan serat berkerapatan rendah (JIS,2003). Nilai kadar air pot organik secara umum masih dibawah nilai kadar air kesetimbangan, sedangkan nilai penyerapan air dan pengembangan tebalnya masih termasuk dalam katagori tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.2013. Riau Dalam Angka Tahun 2013. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.Pekanbaru.
- Budi Sri Wilarso dkk.2012.Penggunaan Pot Berbahan Dasar Organik untuk Pembibitan *Gmelina arborea* Roxb. di Persemaian. Jurnal Agron Indonesia 40 (3) 239-245.
- Casey JP. 1980. *Pulping Chemistry and Chemical Technology Volume I. Pulping and Papermaking*. New York; Intercine Publiker Inc.
- Japanese Industrial Standard (JIS). 2005.JIS A 5905:2005 - Fiberboard.
- Kuchny Jeff S. et all. 2011. Green House and Landscape Performance of Bedding Plants in Biocontainers. Hortl Technology. April 2011 21 (2).
- Liew Kang Chiang & Lian Kim Khor.2013. Effect or Different Ratios of Bioplastic to Newspaper Pulp Fibres on the Weight of Bioplastic Pot. Jurnal of King Saud University – Engineering Sciences.
- Lubis, et. Al. 1994. Pemanfaatan Kayu dan Tandan Kosong Kelapa Sawit . Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Nugraheni Noviyanti.2008.Keragaman Komponen Kimia dan Dimensi Serat Kayu Reaksi Melinjo (*Gnetum gnemon* Linn). Skripsi Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Nursyamsi dan Hermin Tikupadang.2014.Pengaruh Komposisi Biopotting Terhadap Pertumbuhan Sengon laut (*Paraserianthes falcataria* L. Nietsen) di Persemaian.Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea Vol 3 No:1.April 2014:65 – 73. Balai Penelitian Kehutanan Makassar.
- Saepudin Asep.2010.Energi Terbarukan (biogas) dari Limbah Kelapa Sawit. Laporan Penelitian Progran Insentif Peneliti dan Perekayasa. Bandung. Tidak dipublikasikan.
- Setiawan, Y. 2010. Peranan Polimer Selulosa sebagai Bahan Baku Dalam Pengembangan Produk Manufaktur Menuju Era Globalisasi.<http://fit.uui.ac.id/media/ProsesPembuatanPlupKertasKayuWood.pdf> [8 Juli 2011].
- Rahman, A.N., R.M. Siagian. 1976. Dimensi serat jenis kayu Indonesia. Laporan No. 75. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.

LAMPIRAN

Susunan Panitia

Pelindung	: Rektor Universitas Sumatera Utara
Panitia Pengarah	: Pembantu Rektor I USU Pembantu Rektor II USU Pembantu Rektor III USU Pembantu Rektor IV USU Pembantu Rektor V USU Dekan Fakultas Pertanian USU Pembantu Dekan I FP USU Ketua Program Studi Kehutanan Ketua MAPEKI Prof. Erman Munir – USU Prof. Dr. Yusuf. Sudohadi - IPB Prof. Dr. Yusram Massijaya - IPB Prof. Dr. Bambang Subiyanto – LIPI Prof. Dr. Sipon Muladi – UNMUL Dr. Sri Nugroho Marsoem - UGM
Panitia Pelaksana	
Ketua	: Dr. Rudi Hartono, S.Hut, M.Si
Sekretaris	: Tito Sucipto, S.Hut, M.Si
Bendahara	: Irawati Azhar, S.Hut, M.Si
Kesekretariatan	: Dr. Kansih Sri Hartini, S.Hut, MP. Dr. Ma'rifatin Zahra, S.Hut, MSi Dwi Endah, S.Hut, M.Si Dr. Ir. Yunasfi, M.Si Rahmawaty, S.Hut, M.Si, Ph.D Teguh, S.P
Publikasi/Prodising	: Luthfi Hakim, S.Hut, M.Si Dr. Muhdi, S.Hut, M.Si Nelly Anna, S.Hut, M.Si Ridwanti Batubara, S.Hut, MP
Seminar & Persidangan	: Dr. Apri Heri Iswanto, S.Hut, M.Si Dr. Deni Elfiati, SP, MP. M. Basyuni, S.Hut, M.Si, Ph.D Dr. Arida Susilowati, S.Hut, M.Si Dr. Anita Zaitunah, S.Hut, M.Sc. Dr. Ir. Edy Batara Mulya Siregar, M.S
Dana	: Dr. Agus Purwoko, S.Hut, M.Si Dr. Budi Utomo, SP, MP. Dr. Delvian, SP, MP.
Fieldtrip	: Yunus Afifuddin, S.Hut, M.Si Pindi Patana, S.Hut, M.Sc Afifuddin Dalimunthe, SP, M.P

**SUSUNAN ACARA SEMINAR NASIONAL
MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA (MAPEKI) XVII
Hotel Garuda Plaza, 11 November 2014**

Hari Selasa

- 07.30 - 08.30 : Registrasi Peserta
- 08.30 - 09.15 : Acara Pembukaan
Laporan Ketua Panitia
Sambutan Dekan
Sambutan Ketua MAPEKI
Sambutan Walikota Medan
Sambutan Rektor USU sekaligus Membuka Seminar
- 09.15 - 09.30 : Sesi Foto
- 09.30 - 10.00 : *Coffee Break+ Standing Poster*
- 10.00 - 11.30 : *Keynote Speeches (Pusat Penelitian Kelapa Sawit)*
- 11.30 - 12.30 : Presentasi paralel sesi 1
- 12.30 - 13.30 : Ishoma
- 13.30 - 14.00 : *Invited Speeches*
- 14.00 - 15.00 : Presentasi paralel sesi 2
- 15.00 - 16.00 : Presentasi paralel sesi 3
- 16.00 - 16.15 : *Coffee Break*
- 16.15 - 17.15 : Presentasi paralel sesi 4
- 17.15 - 18.00 : Rapat Internal Mapeki dan Penutupan
- 19.00 - 21.00 : Ramah Tamah dan Makan Malam

DAFTAR NAMA PESERTA SEMINAR NASIONAL MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA (MAPEKI) XVII

No	Nama	Email	Instansi
1	Abdurachman	man_p3hh@yahoo.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
2	Achmad Basuki	achmadbasuki@yahoo.com	Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta
3	Achmad Supriadi	susupriadi@gmail.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
4	Adi Kunarso		Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
5	Adi Santoso		Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
6	Agus Sulisty Budi		Fakultas Kehutanan UNMUL
7	Agus Wahyudi	agus.kuok@gmail.com	BPTSTH – Kuok
8	Ahmad DanySunandar	sunandar_dany@yahoo.com	Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli
9	Ahmad Rosidin		BPTSTH-Kuok
10	Ajun H.		Puskim Pemukiman
11	Andi Sadapotto	sadapotto@yahoo.com	Lab. Pemanfaatan dan Pengolahan Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
12	Andianto	andiant068@yahoo.co.id	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
13	Andriati Amir Husin	andriatiamir@yahoo.com	Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman
14	Anita Firmanti		PUSKIM Kementerian PU
15	Anne Carolina	annoleen@yahoo.com	Fakultas Kehutanan IPB
16	Apri Heri Iswanto		Program Studi Kehutanan, FP USU
17	Arief Heru Prianto	ariefprianto@gmail.com	Puslit Biomaterial LIPI
18	Arinana	arinanaiskandaria@yahoo.co.id	Fakultas Kehutanan IPB
19	Arip Wijayanto	wijayanto.arip@gmail.com	Sekolah Pascasarjana, Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan, Institut Pertanian Bogor
20	Asrianti Arif	anty_arf@hotmail.com	Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo
21	Atika Afriani		Pusat Penelitian Kelapa Sawit
22	Atmawi Darwis	atmawi@sith.itb.ac.id	Sekolah Ilmudan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung
23	Bondan Winarno	bondanw2308@gmail.com	Balai Penelitian Kehutanan Palembang
24	Buan Anshari	buan.anshari@unram.ac.id	
25	Budi Winarni	orcaella@yahoo.com	Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
26	Burhanuddin	hans_borneo@yahoo.co.id	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura
27	Cica Ali	nurshabrina@yahoo.com	Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli
28	Deddy Hadriyanto		UNMUL
29	Deded S Nawawi	dnawawi66@yahoo.com	Fakultas Kehutanan IPB
30	Deni Elfiati		Program Studi Kehutanan, FP USU
31	Djarwanto	djarwanto2006@yahoo.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
32	Djeni Hendra	srikomp3hh@yahoo.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
33	Dodi Frianto	frianto_dodi@yahoo.co.uk dfrianto@gmail.com	Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan (BPTSTH)
34	Dwi Astiani	astiani.dwi@gmail.com	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura
35	Dwi Hadi R		Puslit Biomaterial LIPI
36	Effendi Tri Bahtiar	bahtiar_et@yahoo.com	Fakultas Kehutanan IPB
37	Eko Kuswanto		Institut Teknologi Bandung
38	Eko Sutrisno	ekokuoksutrisno@gmail.com	Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan

39	Elisabet Aprilyanti		Universitas Sumatera Utara
40	Emi Roslinda	eroslinda71@gmail.com	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak
41	Enggar Apriyanto	enggavan@yahoo.com	Jurusan Kehutanan, Fak Pertanian UNIB Bengkulu
42	Enos Tangke Arung	tangkearung@yahoo.com	Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman
43	Erwinsyah		Pusat Penelitian Kelapa Sawit
44	Euis Hermiati		Puslit Biomaterial LIPI
45	Faisal Danu Tuheteru		Universitas Haluoleo
46	Firda Aulya Syamani	firda.syamani@biomaterial.lipi.go.id	Puslit Biomaterial LIPI
47	Fitria		Puslit Biomaterial LIPI
48	Gunawan Pasaribu	gun_pa1000@yahoo.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
49	Gusmailina	gsmlina@gmail.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
50	Gustan Pari		Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
51	Harlinda Kuspradini	hkuspradini@fahutan.unmul.ac.id	Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman
52	Herawaty Ginting		Fakultas Farnasi USU
53	Heru Wibisono		
54	Herwin Joni	renhartjemi@yahoo.com	Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Pertanian Universitas Palangaka Raya
55	Husna	faisaldanu_28@yahoo.com	Jurusan Kehutanan Universitas Haluoleo Kendari
56	I.M. Sulastiningsih	ignasiasulastin@gmail.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
57	Ichsan Suwandhi	ichsan@sith.itb.ac.id	School of life Sciences and Technology (SITH) ITB
58	Imam Wahyudi		Fakultas Kehutanan IPB
59	Irawan Wijaya Kusuma		Fakultas Kehutanan Universitas Muawarman
60	Irawati Azhar		Prodi Kehutanan FP USU
61	Ismadi	my_ismadi@yahoo.com	Puslit Biomaterial LIPI
62	Ismail Budiman	budimanismail@gmail.com	Puslit Biomaterial LIPI
63	Isna Yuniar Wardhani		Fakultas Kehutanan Universitas Muawarman
64	Iwan Risnasari		Pascasarjana IPB
65	James Rilatupa	jrilatupa@gmail.com	Universitas Kristen Indonesia
66	Jasni		Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
67	Jessica		Pascasarjana IPB
68	Joko Sulistyo		Fakultas Kehutanan UGM
69	Julianus Kinho	ragilkinho@gmail.com	Balai Penelitian Kehutanan Manado
70	Kansih Sri Hartini		Program Studi Kehutanan, FP USU
71	Kurnia Wiji Prasetyo	jundiazam@yahoo.com	Puslit Biomaterial LIPI
72	Lasino	lsn_pu@yahoo.com	Puslitbang Pemukiman, Bandung
73	Liberty Pangaribuan		PT. Arara Abadi
74	Lina Karlinasari		Fakultas Kehutanan IPB
75	Linda Kriswati		Puslit Biomaterial LIPI
76	Lollie A.P. Putri		Fakultas Pertanian USU
77	M. Adly Rahandi Lubis	adlylubis89@gmail.com	Puslit Biomaterial LIPI

78	M. Basyuni		Prodi Kehutanan FP USU
79	M. Gopar		Puslit Biomaterial LIPI
80	M. Yusram Massijaya		Fakultas Kehutanan IPB
81	M.I. Iskandar	mi.iskandar@yahoo.co.id	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
82	Ma'rifatin Zahra	titienmirza@yahoo.com	Sekolah Tinggi Ilmu Kehutanan pante Kulu, Banda Aceh
83	Maria Ulfa		Universitas Sumatera Utara
84	Marjenah	marjenah_umar@yahoo.com	Lab. Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman
85	Maryam Jamilah Lubis	mila_zahra@yahoo.com	Pascasarjana – Institut Pertanian Bogor
86	Maulina Otaviani		Puslit Biomaterial LIPI
87	Megatrikanaia K.		Rekayasa Kehutanan ITB
88	Muhdi	muhdisyehamad@yahoo.com	Program Studi Kehutanan, FP USU
89	Naresworo Nugroho	naresworo@yahoo.com	Fakultas Kehutanan IPB
90	Nida Nurul Huda		Rekayasa Kehutanan ITB
91	Noor Farikhah Haneda		Fakultas Kehutanan IPB
92	Novinci Muharyani	novincimuharyani@yahoo.co.id	Pusat Penelitian dan Pengembangan Perum Perhutani
93	Nurhaida		Universitas Tanjung Pura
94	Nurul Aini S	nurulaini657@yahoo.co.id	Pusat Litbang Permukiman PU, Bandung
95	Nurwati Hadjib		Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
96	Pindi Patana		Program Studi Kehutanan, FP USU
97	R. Esa Pangersa Gusti	resapangersag@gmail.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
98	R. Permata Budi		Puslit Biomaterial LIPI
99	Ragil Widyorini	rwidyorini@gmail.com	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada
100	Rahmawaty	Rahmawaty1974@gmail.com	Prodi Kehutanan FP USU
101	Rita Diana	ritdh@yahoo.com	Pusat Pengkajian Perubahan Iklim Univ. Mulawarman (P3I-UM)
102	Rita Kartika Sari	rita_kbu@yahoo.com	Fakultas Kehutanan IPB
103	Rohny S. Maail	rohny.maail@staff.unpatti.ac.id	Jurusan Kehutanan – Fakultas Pertanian Universitas Pattimura
104	Rudi Hartono	Rudihartono_usu@yahoo.co.id	Program Studi Kehutanan, FP USU
105	Sahwalita	sahwalita@yahoo.co.id	Balai Penelitian Kehutanan Palembang
106	Santiyo Wibowo		
107	A.Sanusi		Puslit Biomaterial LIPI
108	Saptadi Darmawan	saptadi_darma@yahoo.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
109	Sasa Sofyan Munawar		Pusat Inovasi, LIPI
110	Sihati Suprapti	sihatisuprapti@yahoo.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
111	Siswahyono		Universiats Bengkulu
112	Siti Latifah	sitilatifah164@yahoo.co.id	PS. Kehutanan Fak. Pertanian USU
113	Sofiatin	sofiatin@sith.itb.ac.id	SekolahIlmudanTeknologiHayati, InstitutTeknologi Bandung
114	Sri Asih Handayani	sriasih25@yahoo.com	Fakultas Kehutan Universitas Mulawarman, Samarinda
115	Sri Komarayati	srikomp3hh@yahoo.com	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan

116	Sri Wardhani Rambe		Prodi Kehutanan FP USU
117	Subyakto	subyakto@biomaterial.lipi.go.id	Puslit Biomaterial LIPI
118	Sucahyo Sadiyo	sucahyoss@gmail.com	Fakultas Kehutanan IPB
119	Sudarmanto		Puslit Biomaterial LIPI
120	Suhasman		Fakultas Kehutanan UNHAS
121	Sukadarwati		Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
122	Sulaeman Yusuf		Puslit Biomaterial LIPI
123	Supomo		Akafar Samarinda
124	Surjanto		Universitas Sumatera Utara
125	Taman Alex	tamanalex2@gmail.com	Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
126	Tati Karliati	karliati@sith.itb.ac.id	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung
127	Tekat Dwi Cahyono	tekatdwicahyono@gmail.com	Program Studi Kehutanan. Fakultas Pertanian Universitas Darussalam Ambon
128	Tito Sucipto	titomedan@yahoo.com	Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
129	Totok K Waluyo	waluyo60@yahoo.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor
130	Triastuti		Puslit Biomaterial LIPI
131	Trisna Priadi	trisnapriadiipb@yahoo.com	Fakultas Kehutanan IPB
132	Triyono Sudarmadji	triyono_sudarmadji@yahoo.com	Laboratorium Konservasi Tanah dan Air (KTA)(PS KHT Fahutan-UNMUL)
133	T. Angga Anugrah Syahbana		Balai Penelitian Kehutanan Palembang
134	Wahyu Dwianto		Puslit Biomaterial LIPI
135	Wahyudi	wahyudi.s.pono@gmail.com	Fakultas Kehutanan, Universitas Negeri Papua
136	Wasrin Syafii	wasrinsy@indo.net.id	Fakultas Kehutanan IPB
137	Whicliff F.P		Fakultas Kehutanan UNMUL
138	Widya Fatriasari	widya_fatriasari@yahoo.com	Puslit Biomaterial LIPI
139	Wiwik Ekyastuti		Universitas Tanjung Pura
140	Wiwini Suwinarti	wsuwinarti@fahutan.unmul.ac.id	Faculty of Forestry, Mulawarman University, Samarinda, Indonesia
141	Yadi Adhiantara		Rekayasa Kehutanan ITB
142	Yeni Aprianis	yennie_dy@yahoo.co.id	Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan
143	Yhudi D.K		Puslit Biomaterial LIPI
144	Yohanes Risky G.		Universitas Sumatera Utara
145	Yoyo Suhaya	yoyo@sith.itb.ac.id	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung
146	Yuliati Indrayani	mandaupermai@yahoo.com	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura
147	Yunus Afifuddin		Program Studi Kehutanan, FP USU
148	Yuri HP		Puskim Pemukiman
149	Yusuf Amin	yusuf_amin@yahoo.com	Puslit Biomaterial LIPI
150	Yusuf Sudo Hadi		Fakultas Kehutanan IPB
151	Zakiah Uslinawaty	zakiahuslinawati@gmail.com	Fak. Kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo
152	Zulnely	gsmlina@gmail.com	Pustekolah, Badan Litbang Kehutanan, Bogor